



A Herança de

# JOHANNA DÖBEREINER

para a Ciência Agrícola  
Brasileira e Mundial



MCMXVI

ACADEMIA  
BRASILEIRA  
DE CIÊNCIAS



# **A HERANÇA DE JOHANNA DÖBEREINER PARA A CIÊNCIA AGRÍCOLA BRASILEIRA E MUNDIAL**

**Anais do Workshop**  
**Realizado em 28 de novembro de 2024**

**Organizadores**

Mariangela Hungria  
Maria Vargas  
Fábio Bueno dos Reis Junior  
Avílio Antônio Franco

Rio de Janeiro  
2025



**Diretoria da ABC**

Triênio 2022-2025

**Presidente**

Helena Bonciani Nader

**Vice-Presidente**

Jailson Bittercourt de Andrade

**Vice-Presidentes Regionais**

**Norte:** Adalberto Luis Val

**Nordeste e Espírito Santo:** Jailson Bittercourt de Andrade

**Minas e Centro-Oeste:** Virgílio A. F. Almeida

**Rio de Janeiro:** Maria Domingues Vargas

**São Paulo:** Glaucius Oliva

**Sul:** Ruben George Oliven

**Diretores**

Alvaro Toubes Prata

Maria Domingues Vargas

Mariangela Hungria

Roberto Lent

Virgílio Augusto Fernandes Almeida

**Diretoria da ABC**

Triênio 2025-2028

**Presidente**

Helena Bonciani Nader

**Vice-Presidente**

Jailson Bittercourt de Andrade

**Vice-Presidentes Regionais**

**Norte:** Adalberto Luis Val

**Nordeste e Espírito Santo:** Jailson Bittercourt de Andrade

**Minas e Centro-Oeste:** Virgílio A. F. Almeida

**Rio de Janeiro:** Maria Domingues Vargas

**São Paulo:** Glaucius Oliva

**Sul:** Ruben George Oliven

**Diretores**

*Diretora-Secretária-Geral:* Mariangela Hungria

*Diretora-Secretária-Institucional:* Débora Foguel

*Diretor-Tesoureiro:* Alvaro Toubes Prata

*Diretora de Cooperação Institucional:* Virgínia S. T. Ciminelli

*Diretor de Comunicação:* Luiz Drude de Lacerda

**Coordenação Geral:** Mariangela Hungria

**Apoio:** Kenya Aragão de Carvalho

**Edição de Texto:** Mariangela Hungria

**Capa:** Escritório de Design da Universidade Estadual de Londrina

**Projeto gráfico e diagramação:** Hermano Serviços de Editoração

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

A Herança de Johanna Döbereiner para a ciência agrícola brasileira e mundial [livro eletrônico] : anais do workshop / organizadores Mariangela Hungria...[et al.]. -- 1. ed. -- Rio de Janeiro : Academia Brasileira de Ciências, 2025.  
PDF

Vários autores.

Outros organizadores: Maria Vargas, Fábio Bueno dos Reis Junior, Avílio Antônio Franco.

Bibliografia.

ISBN 978-65-987542-2-8

1. Agricultura 2. Agricultura sustentável  
3. Cientistas - Biografia 4. Divulgação científica  
5. Döbereiner, Johanna, 1924-2000 6. Pesquisa científica I. Hungria, Mariangela. II. Vargas, Maria. III. Reis Junior, Fábio Bueno. IV. Franco, Avílio Antônio.

25-322165.0

CDD-630

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Brasil : Agricultura : Pesquisa 630

## Prefácio

Cientistas vivem para o futuro, desenvolvendo pesquisas em uma busca contínua pela inovação, por resultados que permitam o avanço no conhecimento e resultem em melhorias para a sociedade e o planeta. Mas é essencial sempre refletir e reverenciar o passado científico e seu impacto no presente, compreendendo os caminhos da ciência, aprendendo como inspirar novas gerações e mostrando à sociedade o retorno dos investimentos em pesquisa. Assim foi que, em 2024, foi celebrado aquele que seria o centenário de um ícone da pesquisa brasileira, a Dra. Johanna Döbereiner.

Dra. Johanna nasceu em 28 de novembro de 1924, em Aussig, nos Sudetos, na então Tchecoslováquia, filha de um livre-docente de química e de uma mulher à frente de seu tempo, que estimulava a filha a seguir uma carreira. Passou pelas dificuldades da segunda guerra mundial e teve que migrar para a Alemanha por ser proveniente de região com população majoritariamente de origem alemã. Finda a guerra, não pode voltar para a sua terra natal, onde as populações germânicas estavam sendo expulsas ou exterminadas. Viveu como trabalhadora rural e, em 1946, ingressou no curso de Agronomia da Universidade de Munique, onde se graduou em 1950. Em uma época de raro conhecimento sobre microrganismos na agricultura e a importância da fixação biológica do nitrogênio, sua monografia de conclusão do curso abordava “Bactérias de fixação assimbiótica de nitrogênio e a possibilidade de seu aproveitamento para a agricultura”. Embora fosse uma monografia teórica, pois os laboratórios haviam sido desativados na guerra, ali estava o primeiro passo traçando seu futuro.

Em 1946, o pai da Dra. Johanna veio para o Brasil, onde trabalhou no Departamento Nacional de Produção Mineral e, em 1950, viabilizou a vinda da filha recém-formada e recém-casada com o colega Jurgen Döbereiner. Desde sua chegada ao Brasil, Dra. Johanna foi incansável em procurar um emprego em microbiologia do solo, conseguindo ser finalmente contratada no Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas do Ministério da Agricultura (SNPA), instituição antecessora da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária). Em 1951 já assinava seu primeiro trabalho científico, “Influência da cobertura do solo sobre a flora microbiana”. E não parou. Foi pioneira em apontar que a microbiologia do solo nos trópicos era distinta daquela que se conhecia nas regiões temperadas, exigindo o desenvolvimento de novas metodologias e estratégias. Desde que pisou em nossas terras, já se sentia brasileira, sempre mencionava “nossos solos” e, em 1956, se naturalizou. Nunca houve desvios em sua carreira, suas metas eram claras e seu trabalho inovador até o final, nos laboratórios da hoje Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, no Rio de Janeiro.

Econômica e ambientalmente, sua maior contribuição certamente foi a de convencer os melhoristas da soja que compunham a “Comissão Nacional da Soja”, encarregada de definir os rumos da cultura no Brasil, a utilizar a fixação biológica do nitrogênio e não fertilizantes nitrogenados. Hoje, o Brasil é líder na produção dessa leguminosa e no uso da tecnologia de fixação biológica do nitrogênio, fundamental para a viabilidade econômica da cultura. Cientificamente, sua maior contribuição foi a descoberta de bactérias que também podiam fixar nitrogênio em associação com gramíneas. Por essas contribuições, recebeu muito prêmios e foi candidata ao prêmio Nobel de Química. Formou dezenas de pesquisadores, que hoje são líderes em vários grupos de pesquisa e dão continuidade ao seu trabalho em todas as regiões do Brasil. A grande maioria dos

ex-alunos compõe um Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Microrganismos na Agricultura, o MicroAgro.

As comemorações do centenário da Dra. Johanna foram encabeçadas pela Academia Brasileira de Ciências (ABC) e pela Sociedade Brasileira de Progresso à Ciência (SBPC). Iniciaram em fevereiro de 2024, estenderam-se com exposições no Congresso, sessões em eventos científicos. A última atividade de 2024 foi um workshop realizado na ABC, no dia em que Dra. Johanna completaria 100 anos. O formato do workshop foi distinto, pois o objetivo era o de fazer um balanço sobre a contribuição que a Dra. Johanna em cada linha de pesquisa que desenvolveu, lembrar de fatos que não constam em artigos científicos e indicar a continuidade e o impacto nos dias de hoje. Foi um evento científico e sentimental, que pode ser assistido no canal da ABC.

Para que essas lembranças do workshop não sejam esquecidas, lançamos os anais. São memórias. Os temas apresentados no evento foram transpostos em textos, com fotografias, resgates históricos e a mensagem de que uma mente brilhante, quando encontra apoio para o desenvolvimento de suas pesquisas, traz uma enorme contribuição ao país e para o mundo.

*Helena Bonciani Nader*

*Presidente da Academia Brasileira de Ciências*

*Mariangela Hungria*

*Diretora da Academia Brasileira de Ciências*

## Sumário

---

### ***Dra. Johanna Döbereiner na Ciência, na Agricultura e na Formação de Recursos Humanos***

---

**11**

**A carreira impecável de uma cientista brilhante e seu impacto na ciência agrícola brasileira**

*Avílio Antônio Franco, Diogenes de Almeida Campos, Ildeu de Castro Moreira*

---

**31**

**Como a crença e a perseverança da Dra. Johanna Döbereiner na capacidade da fixação biológica do nitrogênio da soja impactaram a agricultura brasileira**

*Mariangela Hungria, Iêda Carvalho Mendes*

---

**49**

**Esforços para a melhoria da fixação biológica de nitrogênio com a leguminosa de maior importância alimentar no Brasil, o feijão-comum**

*Enderson Petrônio de Brito Ferreira, Ricardo Silva Araujo, Pedro Antônio Arraes Pereira, Helton Santos Pereira, Marcio Vinicius de Carvalho Barros Côrtes*

---

**69**

**Um olhar especial para a fixação biológica de nitrogênio com leguminosas arbóreas em ambientes naturais e reflorestamento**

*Sérgio Miana de Faria, Fatima Maria de Souza Moreira*

---

**83**

**Johanna Döbereiner e sua grande descoberta: A contribuição de bactérias diazotróficas associadas às gramíneas**

*Fábio Bueno dos Reis Junior, José Ivo Baldani*

---

**97**

**Importância da quantificação da fixação biológica de nitrogênio em culturas de leguminosas e gramíneas**

*Segundo Urquiaga, Bruno J. R. Alves, Claudia Jantalia, Robert M. Boddey*

---

**109**

**The legacy of Johanna Döbereiner in Argentina: Microbiology and the agriculture transformation**

*Mariana Laura Puent, Enrique Rodríguez Cáceres, Julia Elena García, Esteban Rubio, Santiago Adolfo Vio, Raúl Osvaldo Pedraza, María Flavia Luna, José Alfredo Curá, Fabricio Darío Cassán*

---

---

121

**Contribuição da Dra. Johanna Döbereiner para a compreensão da nutrição nitrogenada da cultura de cana-de-açúcar, com a ativa participação de bactérias diazotróficas**

*Veronica Massena Reis, Segundo Urquiaga*

---

129

**Cooperação da Dra. Johanna Döbereiner com o “Helmholtz Center for Health and Environment” de Munique, Alemanha: estudos envolvendo Azospirillum e outras rizobactérias diazotróficas**

*Anton Hartmann, Fabio Lopes Olivares*

---

141

**A herança de uma mulher à frente de seu tempo no ensino, na formação e na construção de novas gerações de microbiologistas do solo no Brasil**

*Fatima Maria de Souza Moreira, Marcos Gervasio Pereira, Cristhiane Oliveira da Graça Amâncio, Everaldo Zonta*

---

### **Dois Relatos Pessoais Sobre *Dra. Johanna Döbereiner***

---

157

**O legado de Johanna Döbereiner: Impactos na pesquisa em bioquímica e biologia molecular da fixação de nitrogênio no Brasil**

*Fábio de Oliveira Pedrosa*

---

170

**Memórias de Nossa Mãe!**

*Christian Döbereiner, Marlis Arkcoll*

---



O PAPEL DA  
***DRA. JOHANNA  
DÖBEREINER***  
NA CIÊNCIA,  
NA AGRICULTURA E  
NA FORMAÇÃO DE  
RECURSOS HUMANOS



# A carreira impecável de uma cientista brilhante e seu impacto na ciência agrícola brasileira

*Avílio Antônio Franco<sup>1</sup>*

*Diogenes de Almeida Campos<sup>2</sup>*

*Ildeu de Castro Moreira<sup>3</sup>*

*Revisado por: Mariangela Hungria*

<sup>1</sup>Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências; Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências Agronômicas; Membro Titular da Academia Mundial de Ciências para o avanço da ciência em países em desenvolvimento.

<sup>2</sup>Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências; Coordenador executivo do Museu de Ciências da Terra do Serviço Geológico do Brasil. Av. Pasteur, 404 - 2º Andar - Urca, Rio de Janeiro - RJ, 22290-255.

<sup>3</sup>Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Presidente de Honra da SBPC. Instituto de Física, Bloco A Centro de Tecnologia, Av. Athos da Silveira Ramos, 149 – Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, 21941-909.

## 1. O começo

Johanna Döbereiner nasceu em Ústí nad Labem, anteriormente conhecida pelo seu nome alemão Aussig, uma cidade na Boêmia, na atual República Checa, em 28 de novembro de 1924. Suas melhores lembranças da juventude são de Praga, para onde sua família se mudou muito cedo e onde ela cresceu.

Após a Segunda Guerra Mundial, já na Alemanha, ela sobreviveu trabalhando no cultivo de batatas e na ordenha de vacas. O *hobby* de seu avô de cultivar uvas e a experiência de trabalhar na fazenda certamente influenciaram sua decisão de tornar-se engenheira agrônoma.

Aos 23 anos, iniciou seus estudos de graduação e, em 1950, formou-se como Engenheira Agrônoma pela Escola Superior Weißenstephan, em Freising, perto de Munique, Alemanha. Sua monografia abordou o uso de uma bactéria fixadora de nitrogênio assimbiótica (*Azotobacter chroococcum*) na agricultura.

Nascida Johanna Liesbeth Kubelka, Johanna adquiriu o sobrenome Döbereiner ao casar-se, em 26 de março de 1950, com o veterinário Jürgen Döbereiner (1923-2018), chegando ao Brasil em 15 de novembro de 1950.

## 2. Primeiros dias no Brasil

Devemos a Paul Kubelka, seu pai, a vinda de Johanna para o Brasil, e ao Dr. Álvaro Barcelos Fagundes, diretor do antigo Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica (SNPA), a oportunidade de ela se tornar uma cientista brasileira. Em fevereiro de 1951, Johanna reuniu-se pela primeira vez na sede do SNPA para ser entrevistada pelo Dr. Fagundes. Já no mesmo ano, ambos apresentaram um artigo sobre o efeito da cobertura do solo na microflora, no terceiro Encontro Brasileiro de Ciência do Solo. A crença do Dr. Fagundes no potencial da fixação biológica de nitrogênio na agricultura, combinada com a recente experiência da Dra. Johanna ao escrever sua monografia de graduação foram decisivas para sua admissão no SNPA.

Seu primeiro artigo internacional foi publicado dez anos depois, na revista *Plant and Soil*, explorando bactérias fixadoras de nitrogênio que pudessem beneficiar a cana-de-açúcar, especificamente aquelas do gênero *Beijerinckia* na rizosfera da planta. Johanna acreditou firmemente, durante toda a sua vida, que a fixação biológica de nitrogênio poderia beneficiar sistemas de cultivo de forma sustentável.

## 3. Carreira científica

Johanna viveu e trabalhou em Seropédica, no Km 47 da antiga estrada Rio-São Paulo, durante toda a sua vida, exceto por dois anos (1961-1963), quando fez seu mestrado em Wisconsin, EUA. Lá, estudou o efeito da toxicidade do manganês na fixação biológica de nitrogênio no feijão. Ela também passou um ano na Estação Experimental de Rothamsted Research, na Inglaterra, onde aprendeu a técnica de redução de acetileno para estimar a atividade da nitrogenase em raízes de *Paspalum notatum*. Essa técnica permitiu um rápido avanço nos estudos de fixação biológica de nitrogênio em plantas sem nódulos.

Ao longo de sua vida, Johanna promoveu uma forte colaboração entre seu laboratório e sua equipe com outros laboratórios relevantes ao redor do mundo, compartilhando ideias, materiais e metodologias sem restrições. Uma de suas maiores qualidades era a abertura para trocar ideias e instigar positivamente a todos, alunos e colegas, sem medo da competição. Ela acreditava que havia muito a ser feito em condições tropicais e que precisávamos agregar forças o máximo que pudéssemos.

Iniciando sua carreira no Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica (SNPA) e passando pelo Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas (CNEPA), depois Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (DNPEA) no Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Sul (IPEACS) e, finalmente, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa na Embrapa Agrobiologia, Johanna liderou e impulsionou o avanço das pesquisas sobre a fixação biológica de nitrogênio. Seu trabalho teve grande influência na adaptação das culturas da soja e feijão às condições brasileiras. Ela formou muitos dos alunos mais brilhantes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e de outras universidades, além de contribuir para a criação do próprio centro de pesquisas: Embrapa Agrobiologia. Brasileira por opção como sempre tinha orgulho de dizer, naturalizou-se Brasileira em 1956.

De 1950 a 2000, Johanna publicou uma média de 3,7 artigos por ano, uma quantidade impressionante, especialmente considerando as limitações tecnológicas da época. Não só a quantidade de publicações, mas principalmente o impacto das informações nelas contidas, fez dela a cientista mulher brasileira mais citada e a quinta cientista brasileira, entre ambos os sexos, mais citada internacionalmente. Seu nome era respeitado em laboratórios ao redor do mundo, e trabalhar com ela era considerado um privilégio.

Johanna foi membro de três Academias de Ciências: a Academia Brasileira de Ciências (ABC), a Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano e cofundadora da Academia Mundial de Ciências para o Avanço da Ciência nos Países em Desenvolvimento (TWAS). Hoje, a cadeira 46 da Academia Brasileira de Ciências Agronômicas (ABCA) leva seu nome. Ela foi uma das cientistas mais reconhecidas pela comunidade científica nacional e internacional, recebendo inúmeras homenagens e



**Figura 1.** Lançamento das comemorações do centenário Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ



**Figura 2.** Busto colocado no prédio Johanna Döbereiner  
Doação: Prefeitura de Seropédia, RJ  
20/02/2024



**Figura 3.** Inauguração da Biblioteca Johanna Döbereiner  
PESAGRO em Niterói, RJ



**Figura 4.** 63º Fórum Nacional CONECTI & CONFAP  
Brasília, DF – 13 15/03/2024





**Figura 5.** Homenagem na 76ª Reunião da SBPC  
Belém, PA – 11/07/2024



**Figura 6.** Exposição no corredor do anexo 2 da câmara dos deputados  
Brasília, DF – 28/08/2024



**Figura 7.** Nave do conhecimento Johanna Döbereiner no Parque Oeste  
Campo Grande, Rio de Janeiro, RJ – 14/09/2024

prêmios, incluindo uma indicação ao Prêmio Nobel em 1997. Uma descrição completa de seus prêmios pode ser vista no livro de Kristina Michahelles: *Hanne Johanna Döbereiner - Uma vida dedicada a ciência*. (1ª Edição, 2018, ISBN 9788590636106). As homenagens pelo centenário de seu nascimento neste ano foram muitas, incluindo a cerimônia que estamos assistindo hoje na ABC.

## 4. Seleção e formação de alunos e pesquisadores

Uma das grandes contribuições de Johanna para a ciência brasileira foi a identificação, formação e incentivo a novos cientistas. Ela tinha uma intuição aguçada para tudo, incluindo a capacidade de identificar entre os alunos aqueles que tinham potencial para se tornarem bons cientistas. Persistente, resiliente e muito disciplinada, Johanna usava essas características para testar os recém-chegados.

O laboratório de Johanna ficava dentro de um *campus* universitário e oferecia bolsas de estudo para alunos de graduação, concedidas pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq). Muitos alunos buscavam treinamento em seu laboratório, incluindo um de nós. No primeiro contato, ela costumava dar muitas separatas e livros, todos eles em inglês ou francês, pois havia pouca literatura disponível em português sobre o tema naquela época. Os alunos tinham no máximo uma semana para desvendar aquele mistério e propor uma ideia do que poderia ser feito. Aqueles que voltavam com ideias utilizáveis eram acolhidos e orientados a continuar com o projeto. Johanna se empolgava com os jovens que considerava brilhantes e lhes dava todo o apoio necessário, muitas vezes além do âmbito profissional, exigindo sempre muito trabalho duro, é claro. Com isso, Johanna e os alunos formados em seu laboratório se tornaram cientistas muito importantes, não só no sistema Embrapa, mas também em muitas universidades e instituições de pesquisa. Cientistas formados por Johanna estão entre os mais reconhecidos na ciência: cinco são membros efetivos da Academia Brasileira de Ciências (Avílio Antônio Franco, Fabio Pedrosa, Mariangela Hungria, Fátima Maria Magalhães e Segundo Urquiaga Caballero), três são membros da Academia Brasileira de Ciências Agrárias (Avílio Antônio Franco, Mariangela Hungria e Segundo Urquiaga Caballero) e dois são membros da Academia Mundial de Ciências para o Avanço da Ciência nos Países em Desenvolvimento (Avílio Antônio Franco e Mariangela Hungria). Isso é mais do que em qualquer outra instituição de pesquisa agropecuária no Brasil.

Pedro Arraes, um dos orientados foi presidente da Embrapa, e José Roberto Peres, outro aluno, foi o diretor mais longo da Embrapa, ocupando a presidência interina algumas vezes. Uma cadeira da Academia Brasileira de Ciências Agrônômicas (ABCA) leva o nome de um dos estagiários de seu laboratório: Newton Pereira Stanford. O atual vice reitor da Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF), Fabio Olivares foi seu orientado. O empresário mais importante da área de produção de inoculantes, inicialmente pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Paraná, Dr. Solon Cordeiro de Araújo, líder incontestado da melhoria da qualidade dos inoculantes produzidos no Brasil, foi estagiário e vem mantendo forte vínculo com o laboratório de Johanna até hoje.

O treinamento oferecido por Johanna não era apenas para alunos, mas também a muitos cientistas de diferentes países. Desde 1976, a cada dois anos, havia um





**Figura 8.** Participantes do primeiro curso de julho em 1976

curso intensivo de um mês, trazendo cientistas de maior destaque de laboratórios ao redor do mundo para ministrar cursos e desenvolver projetos de pesquisa. Muitos desses projetos resultaram em avanços significativos na ciência.

## **5. Importância para o Sistema Embrapa**

A Embrapa Agrobiologia tem duas características incorporadas por Johanna que ajudaram muito a aumentar a produtividade do Centro: a formação de alunos em todos os níveis e a publicação dos resultados de pesquisa. A proximidade com a UFRRJ facilitou a formação de alunos, e essas práticas, que ainda não são comuns em alguns institutos de pesquisa, foram disseminadas para todos os centros da Embrapa e outros centros de pesquisa onde ex-estagiários da Embrapa Agrobiologia foram trabalhar. Essa integração é especialmente importante em regiões onde as instituições de pesquisa possuem laboratórios mais bem equipados do que as universidades locais. Trabalhando de forma complementar, essas instituições aumentam a eficiência do uso de recursos públicos e ajudam a identificar talentos, proporcionando-lhes a oportunidade de se tornarem cientistas. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e as outras agências que oferecem bolsas de estudo para alunos de graduação desempenham um papel fundamental nesse processo.

## **6. Importância para a economia e sustentabilidade dos sistemas de cultivo.**

Nas décadas de 1950 e 1960, a inoculação de leguminosas com rizóbios já era utilizada em alguns países, com a Austrália liderando o avanço da tecnologia para solos tropicais. Nessa época, o professor João Ruy Jardim Freire, do Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento Agropecuário do Rio Grande do Sul (IPAGRO), e a empresa Leivas Leite já distribuíam inoculantes de soja, trevo e alfafa de forma limitada, usando cepas de rizóbio importadas.

A realização da quarta Reunião Latino Americana sobre Rhizobium (VI RELAR) em Porto Alegre contou com as principais lideranças da América Latina sobre o tema mostrando a coesão entre os pesquisadores que já existiam naquela época. Dra. Johanna e Dr. Jardim Freire representavam certamente as principais lideranças brasileiras.



**Figura 9.** Participantes da IVª RELAR com destaque para as principais lideranças da época e futuras, no desenvolvimento da tecnologia de inoculação de leguminosas com rizóbio: 1- Johanna Döbereiner, 2- João Ruy J. Freire, 3- Carlos Bathyany do Uruguai, 4- Henrique Schiel da Argentina, 5- Solon C. de Araújo, 6- JohnThompson da Austrália, 7- Alaides P. Ruschel, 8- Carlos Labandera do Uruguai, 9- Caio Vidor, 10- Avílio A. Franco.

Em 1963, Johanna se juntou ao grupo de cientistas da Comissão Nacional da Cultura da Soja, instituída pelo DNPEA. Essa Comissão, composta por melhoristas e fitotecnistas e especialistas em nutrição de plantas, reunia-se anualmente para validar resultados de experimentos realizados no ano anterior e planejar aqueles a serem realizados por todas as instituições no próximo ano. Com seu grande poder de convencimento, Johanna conseguiu que os melhoristas usassem a inoculação em vez de fertilizantes nitrogenados nos programas de melhoramento. O laboratório do IPEACS forneceria os inoculantes para esses experimentos.

Posteriormente foi incluída uma série de experimentos para testar as variedades de soja mais promissoras com os inoculantes existentes na época. Inicialmente as variedades foram testadas contra os inoculantes de rizóbio disponíveis e, posteriormente, por insistência do Dr. Solon Cordeiro de Araújo, com as melhores cepas de rizóbio disponíveis. O laboratório de Johanna no IPEACS preparava e fornecia os inoculantes. A cooperação entre os melhoristas, agrônomos e microbiologistas do solo brasileiros permitiu adaptar a soja para crescer com alta produtividade nos trópicos, sem a necessidade de fertilizantes nitrogenados. Isso representa cerca de 15 bilhões de dólares por ano para a economia brasileira, com uma produção

estimada de 169 milhões de toneladas de soja em 2024/2025. Johanna e sua equipe foram fundamentais nas etapas iniciais desse processo, antes da criação da Embrapa com o Centro da Embrapa Soja.

A importância de Johanna não se restringiu à cultura da soja. Sua dissertação de mestrado abordou o efeito da toxicidade do manganês na nodulação e fixação de nitrogênio do feijão, e o primeiro projeto de pesquisa de um de nós para uma bolsa de Iniciação Científica do CNPq, sob sua orientação, foi sobre o efeito da calagem do solo com toxidez de manganês na nodulação do feijão. Nessa linha de pesquisa, grande avanço se deu na identificação dos fatores limitantes do solo e do meio ambiente na fixação biológica de nitrogênio e no isolamento e seleção de cepas de rizóbio mais eficientes e mais tolerantes a temperaturas elevadas para a cultura do feijoeiro.

Embora tenha concentrado sua atenção na fixação biológica de nitrogênio em gramíneas, batata e dendê, Johanna sempre acompanhou projetos relacionados a leguminosas, incluindo diversas culturas de grão, leguminosas de pastagem e até mesmo leguminosas arbóreas, como a *Mimosa caesalpinifolia*. Os estudos sobre nodulação de leguminosas tornaram-se uma das principais áreas de pesquisa de seu laboratório, com o desenvolvimento de tecnologias de cobertura do solo, enriquecimento de pastagens e recuperação de solos degradados, usando leguminosas noduladas e micorrízicas.

## **7. Importância para o avanço da ciência - fixação biológica de nitrogênio em plantas que não nodulam**

Desde sua graduação, Johanna estava muito interessada no efeito de bactérias fixadoras de nitrogênio na produtividade do solo. Seu primeiro projeto de pesquisa no Brasil com o Dr. Fagundes também foi sobre o efeito da microflora, resultando na publicação de seu primeiro artigo internacional: *Bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero Beijerinckia Derx na rizosfera da cana-de-açúcar (Plant and Soil, 1961)*. Seu mestrado focou no feijão, e ela sempre manteve alguns alunos trabalhando na fixação biológica de nitrogênio de leguminosas. No entanto, seu grande entusiasmo e contribuição mais importantes para o avanço da ciência foram nos estudos da interação de bactérias fixadoras de nitrogênio com gramíneas e outras espécies não leguminosas. Trabalhando com ferramentas simples, tenacidade, persistência e muita intuição, Johanna foi pioneira mundial nos estudos da fixação biológica de nitrogênio nessas associações.

O meio de cultura semissólido desenvolvido por Fabio Pedrosa, ainda estudante de graduação, meio esse que recebeu seu nome, permitiu que algumas das bactérias fixadoras biológicas de nitrogênio escolhessem o melhor nível de oxigênio no meio de cultura para crescer e formar uma película visível. Essa técnica foi muito utilizada por Johanna em seus estudos para analisar a interação das bactérias fixadoras de nitrogênio com as raízes das plantas.

Durante sua licença sabática na Estação Experimental de Rothamsted na Inglaterra, em 1969, Johanna incorporou a metodologia de redução de acetileno para estimar a atividade da nitrogenase em laboratório, o que foi fundamental para o avanço dos estudos sobre fixação biológica de nitrogênio em plantas sem nódulos.



A técnica de enriquecimento com  $^{15}\text{N}$  utilizada por Helvécio De Polli em sua tese de mestrado no Centro de Energia Nuclear de Agricultura (CENA), foi um marco para validar a incorporação de  $\text{N}_2$  em plantas de *Paspalum notatum*, uma gramínea.

Outros estudos demonstraram a presença de bactérias fixadoras de nitrogênio em muitas culturas, como batata-doce e dendê, e altas taxas de fixação biológica de nitrogênio em cana-de-açúcar, milho e várias gramíneas, tanto na rizosfera e quanto dentro das raízes. Posteriormente, comprovou-se que, além de fixar nitrogênio, essas bactérias também estimulam o crescimento do sistema radicular. Hoje, a inoculação de plantas com essas bactérias é uma realidade, com muitas empresas produzindo inóculo e agricultores utilizando-os.



**Figura 10.** Uso de doses de inóculo contendo *Azospirillum* no Brasil no período de 2012 a 2017 (Araujo, Solon Cordeiro 2018, Caminhos, escolhas e conquistas. ANPIL 138 p.)

## 8. Importância para o avanço da ciência e sustentabilidade dos sistemas de cultivo

A Dra. Johanna contribuiu para a ciência com ética, alta qualidade, tenacidade e persistência, sempre focando nos fundamentos dos processos e na sustentabilidade dos sistemas de cultivo. A praça que fica entre o Ministério de Ciência, Tecnologia e Informação e o Ministério da Agricultura foi nomeada em sua homenagem e simboliza muito da sua filosofia: olhar os fundamentos da ciência, buscando o avanço do conhecimento para resolver problemas práticos.

Ela teve um papel crucial no avanço do conhecimento sobre fixação biológica de nitrogênio e a interação benéfica de microrganismos com plantas, ajudando a tornar a agricultura o principal suporte da economia do Brasil. Sua influência se estendeu ao avanço da ciência conduzida pela Embrapa como um todo e muitos outros centros de pesquisa, pela formação intensiva de cientistas, pela interação com diversos laboratórios ao redor do mundo e pela criação de um Centro de Pesquisa com a missão de maximizar os processos biológicos na produção agrícola com sustentabilidade.

Gostaríamos de encerrar essa parte do nosso depoimento com uma mensagem da Dra. Johanna Döbereiner: "O uso de novas descobertas na fixação biológica de nitrogênio em sistemas agrícolas os tornará mais econômicos, mais produtivos e menos arriscados ao meio ambiente."