The background image is a landscape photograph. On the left side, there are several tall palm trees with green fronds against a clear blue sky. On the right side, there are several bare, dark trees with intricate branch structures. The ground is dry and sandy, with some sparse, dry vegetation. The overall scene suggests a semi-arid environment.

# **USO DE PLANTAS NATIVAS DO SEMI-ÁRIDO PARA PRODUÇÃO AGRÍCOLA: *LIMITAÇÕES FISIOLÓGICAS***

*José Tarquinio Prisco*

**Coordenador do INCTSal, Prof. Emérito da  
UFC e Pesquisador Sênior do CNPq**

# ANTECEDENTES

## ➤ Criação do Instituto Agronômico do DNOCS (1940)

### ✓ Objetivos:

- **Estudar os recursos naturais** da região e o **modelo** mais adequado de **exploração sustentável** desses recursos;
- **Estudar as espécies e as técnicas** mais adequadas para **reflorestamento** e para **produção agrícola**, através da **agricultura irrigada** e de **sequeiro**;
- **Estudar as espécies e raças de animais** que mais se **adequavam à exploração pecuária**, bem como seu melhor **manejo**.

# RESULTADOS DO TRABALHO DE 20 ANOS DO INSTITUTO *JOSÉ AUGUSTO TRINDADE*

## ➤ Livros de *José Guimarães Duque*:

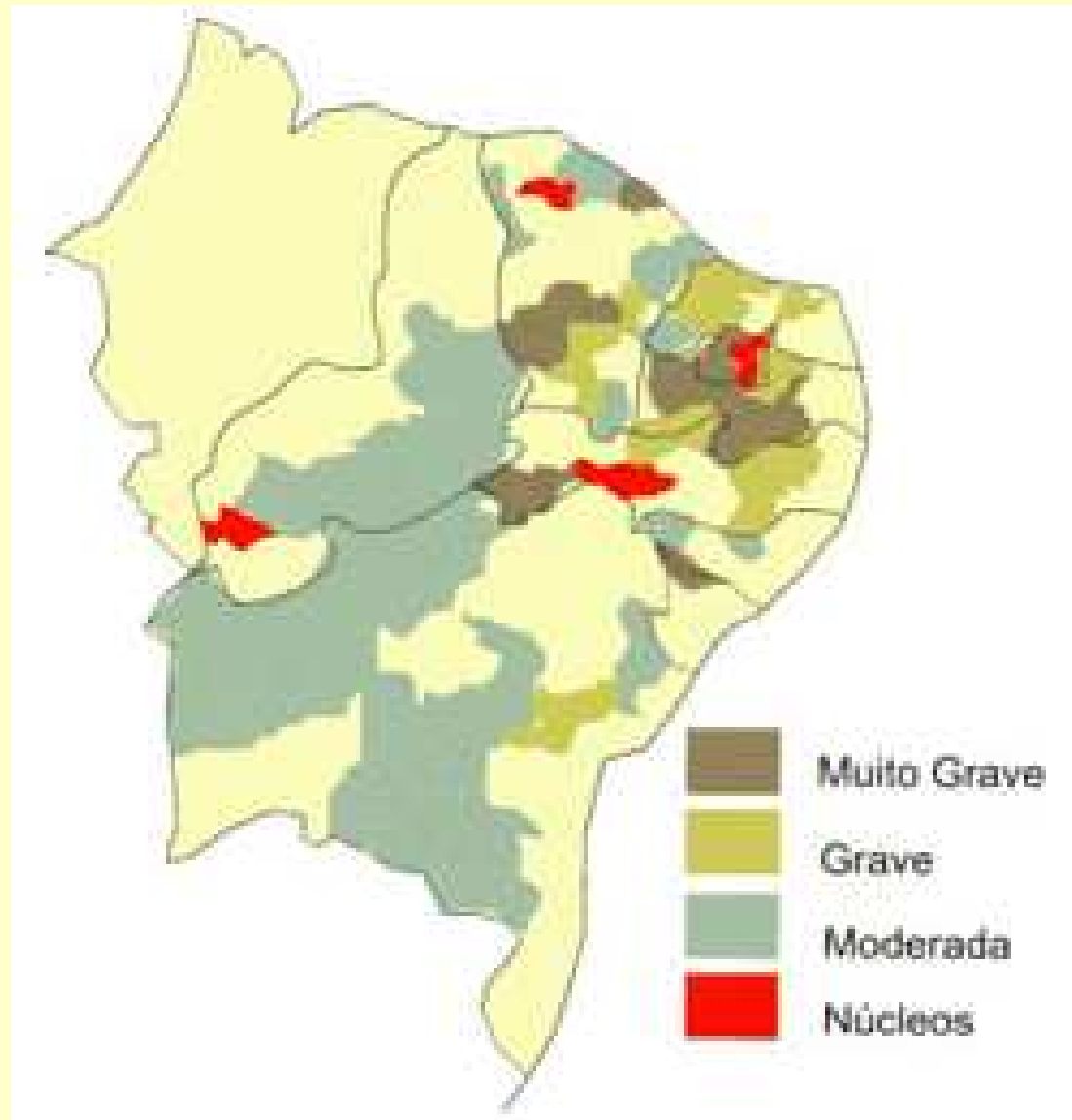
- ✓ Solo e Água no Polígono das Secas (1949);
- ✓ O Nordeste e as Lavouras Xerófilas (1964);
- ✓ Perspectivas Nordestinas (1982).

## Esses livros nos mostram que:

- A **caatinga** possui **grande biodiversidade** e está **adaptada** às **condições** de **solo** e de **clima** existentes na região;
- Nela existem várias espécies com **potencial para produção**: de **alimentos** para o homem e animais, de **fármacos** e **medicamentos** e de várias **matérias primas para a indústria** (*madeira, fibras, celulose, ceras, vernizes, borracha, óleos para alimentação humana, óleos secativos, óleos combustíveis, óleos essenciais, etc.*);
- O **manejo** dos **recursos naturais** do semi-árido **não lhe parecia sustentável** e, segundo ele, a futura **sustentabilidade** dessa **região** iria depender da **capacidade de convivência equilibrada** do **homem** com o **clima** e os **recursos naturais**.

# ÁREAS DESERTIFICADAS NO NORDESTE

(Dados de FUNCEME/IPLANCE/IBGE)



## Para atingir essa sustentabilidade *Guimarães Duque* preconizava:

➤ Uma “**Agricultura Ecológica**” centrada na **conservação dos recursos naturais**, no binômio **açudagem-irrigação** e, nas **regiões sem água suficiente para irrigação**, a agricultura seria de “***lavouras secas***”.

- ✓ “... A **lavoura seca** deveria basear-se no **xerofilismo**, buscando organismos que **tolerassem a escassez de água** ou que **fugissem aos seus efeitos**, para poderem ***conviver com as secas***”.
- ✓ Essas idéias eram **aceitas por todos**, especialmente as contidas no livro **O Nordeste e as Lavouras Xerófilas**, que era uma verdadeira “***Bíblia***” para os **Agrônomos da geração atuante na década de 1960**.

➤ As “***lavouras secas***” foram **testadas**?

➤ Se foram, mostraram-se **viáveis** do **ponto de vista econômico**?

➤ No **Ceará** as principais **tentativas** foram com:

- ✓ **Carnaubeira** (*Copernicia prunifera*) - **cera das folhas** (para polimento, revestimento, fabricação de componentes eletrônicos, cosméticos e cápsulas de remédios), **palhas** (fabricação de bolsas e chapéus) e a **madeira** (construção civil);
- ✓ **Oiticica** (*Licania rigida*) - sementes produzem **óleo** (fabricação de tintas, vernizes, seladores, sabões e, recentemente está sendo sugerido para a produção de “*biodiesel*”);
- ✓ **Maniçoba** (*Manihot* spp.) - **alimentação animal** e produção de **latex** (*borracha*);
- ✓ **Algodoeiro mocó** (*Gossypium hirsutum marie galante*) – **fibras** (indústria textil); **óleo** (alimentação humana e “*biodiesel*”), **resíduo** (alimentação animal), **folhas** (“forragem” para o gado).

→ das “**lavouras secas**” essa foi a **testada** por **mais tempo**, portanto, **merece uma análise mais detalhada**.

- Nas regiões onde o **extrativismo de xerófilas** foi praticado, a sua **economicidade** tem sido **questionada**, devido à **instabilidade** dessa prática:
  - ✓ a **distribuição** das plantas nos estandes naturais é **difusa**, requerendo grande **disponibilidade** de **mão de obra de baixo custo**;
  - ✓ os **produtos** explorados estão, em geral, **sujeitos à competição** com a **indústria química**, que pode lançar no mercado sucedâneos **sintéticos** de **custo mais baixo**;
  - ✓ em algumas situações, a **exploração extrativista** de **xerófilas** foi **viabilizada** graças a **elevação anormal dos preços** dos **produtos extraídos**, que ocorreram **durante as guerras** ou ao **protecionismo** dos governos, que **impedem a importação** de determinadas **matérias primas**.
- O **algodão mocó**, apesar de sua **baixa produtividade**, foi, **juntamente com o gado** bovino, o **sustentáculo** da **agropecuária cearense**, da metade do **século XIX** até o final da **década de 1970**.

➤ Por essa razão, no início da década de 1960, a **SUDENE** fez um Convênio com a **UFC** para executar um **Programa de Melhoramento Genético** e de **aumento da produtividade do algodoeiro mocó**, que tinha os seguintes **objetivos**:

✓ **Cultivo econômico** desse algodoeiro, por até cinco anos, sob as **condições de sequeiro do semi-árido**;

✓ **Aumento da produtividade** e da **tolerância à seca** sob as **condições de sequeiro do semi-árido**.

# PROBLEMAS SURTIDOS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

➤ Os geneticistas descobriram que:

✓ **Longevidade** e **tolerância à seca** estavam associados; mas

✓ **Não conseguiram** associar **produtividade** com **tolerância à seca**.

➤ **Solução encontrada:**

✓ **PROCURAR OS FISILOGISTAS PARA EXPLICAR O QUE ESTAVA OCORRENDO**

# CONCLUSÕES DOS FISILOGISTA DEPOIS DE DOIS ANOS DE PESQUISAS

- Os estudos das **relações hídricas** de plantas “**precoces/anuais**” e “**tardias/perenes**”, durante as estações **chuvosa** e **seca**, não explicaram porque estas **últimas** eram **mais tolerantes** à **seca** do que as **primeiras**.
  - Será que os **genes** responsáveis pela **produtividade** estavam “**ligados**” aos responsáveis pela **precocidade**?
- Quando o **algodoeiro mocó** era **irrigado** e **adubado**, as plantas apresentavam um **bom crescimento vegetativo**, que não refletia em **aumento significativo** na **produção de frutos**.
  - **Como explicar isso fisiologicamente?** Não seria uma “**característica genética**” do algodão mocó?

- A falta de uma “**explicação fisiológica**” convincente para esses fatos, me deixou **frustado** e essa **frustração** eu **leve**i para a **Pós-Graduação** nos **EEUU**.
- Em lá chegando, minha **primeira observação** foi a de que no **Arizona** e no **Norte do México** não se praticava “**agricultura de sequeiro**” e não existiam “**lavouras xerófilas**”.
- Quando indaguei o **porque**, me responderam:
  - no **passado** tivemos agricultura de **sequeiro** mas esse **tipo de exploração agrícola** mostrou-se **anti-econômico** nas regiões **áridas** e **semi-áridas**.
- **Por que** esse tipo de exploração **é anti-econômico**?
  - porque **não se pode** ter **agricultura rentável** quando as **plantas** estão sujeitas a **déficits hídricos frequentes**.

**Modernamente, considera-se a Agricultura como sendo a exploração da radiação solar para a produção de biomassa, através da fotossíntese;**

➤ **O que é necessário para que haja uma boa produção de biomassa?**

✓ **radiação solar** suficiente para garantir a **fotossíntese**;

✓ **temperatura** adequada;

✓ **nutrientes** em quantidades adequadas;

✓ **água** para ser usada:

→ como **reagente na fotossíntese**;

→ na **manutenção da turgescência** dos tecidos;

→ na **abertura e fechamento dos estômatos**;

→ como **solvente** nas **reações bioquímicas**, **veículo** para **absorção e condução dos nutrientes** do solo;

→ como **veículo de distribuição** pelos diferentes órgãos da planta das **substâncias orgânicas** produzidas na **fotossíntese**.

- Em princípio, o **semi-árido possui todos esses insumos em quantidades adequadas, exceto a água.**
- Portanto, as “***lavouras xerófilas***” precisariam estar **adaptadas à seca** i. e capacitadas para **produzir biomassa** para sua **sobrevivência** e um **excesso** para **transportar** para os **órgãos responsáveis** pela sua **produção econômica.**
- Que **mecanismos de adaptação à seca** possuem as plantas que **vivem em ambientes áridos e semi-áridos?**

- **Fuga ou escape ao estresse:**
  - ✓ *Rápido desenvolvimento fenológico;*
  - ✓ *Plasticidade do desenvolvimento.*
- **Tolerância ao estresse hídrico, mantendo alto o  $\Psi_w$  de seus tecidos:**
  - ✓ *Redução da perda de água:*
    - Aumento da resistência estomática e cuticular;
    - Redução da área foliar;
    - Redução da radiação absorvida.
  - ✓ *Manutenção da absorção de água:*
    - Aumento densidade e profundidade das raízes;
    - Aumento da condutância da água.
- **Tolerância ao estresse hídrico, mesmo com baixo  $\Psi_w$  de seus tecidos:**
  - ✓ *Manutenção da turgescência dos tecidos:*
    - Ajustamento osmótico;
    - Baixa elasticidade celular sob estresse suave;
    - Alta elasticidade das células sob estresse severo.
  - ✓ *Tolerância à dessecação:*
    - Tolerância **protoplasmática**.

Dentre esses mecanismos de adaptação à **seca**, descritos anteriormente, **quais são os que afetam a fotossíntese?**

<b>MECANISMO DE ADAPTAÇÃO À SECA</b>	<b>FOTOSSÍNTESE</b>
<b>Rápido desenvolvimento fenológico</b>	<b>Não afeta</b>
<b>Plasticidade do desenvolvimento</b>	<b>Não afeta</b>
<b>Aumento da resistência estomática</b>	<b>AFETA</b>
<b>Redução da área foliar</b>	<b>AFETA</b>
<b>Redução da radiação absorvida</b>	<b>AFETA</b>
<b>Aumento densidade/profundidade raízes</b>	<b>Não afeta</b>
<b>Aumento da condutância da água</b>	<b>Não afeta</b>
<b>Ajustamento osmótico</b>	<b>Não afeta</b>
<b>Baixa elasticidade celular sob estresse suave</b>	<b>Não afeta</b>
<b>Alta elasticidade celular sob estresse severo</b>	<b>Não afeta</b>
<b>Tolerância protoplasmática</b>	<b>AFETA</b>

# TOLERÂNCIA À SECA E PRODUTIVIDADE

- Os mecanismos de **adaptação à seca visam a sobrevivência da espécie** às condições de **déficit hídrico**, mesmo que para isso a planta **sacrifique a taxa fotossintética**;
- Entretanto, a **produtividade agrícola** depende muito da **taxa fotossintética** porque a planta, além de **sobreviver ao déficit hídrico**, precisa **produzir economicamente**.

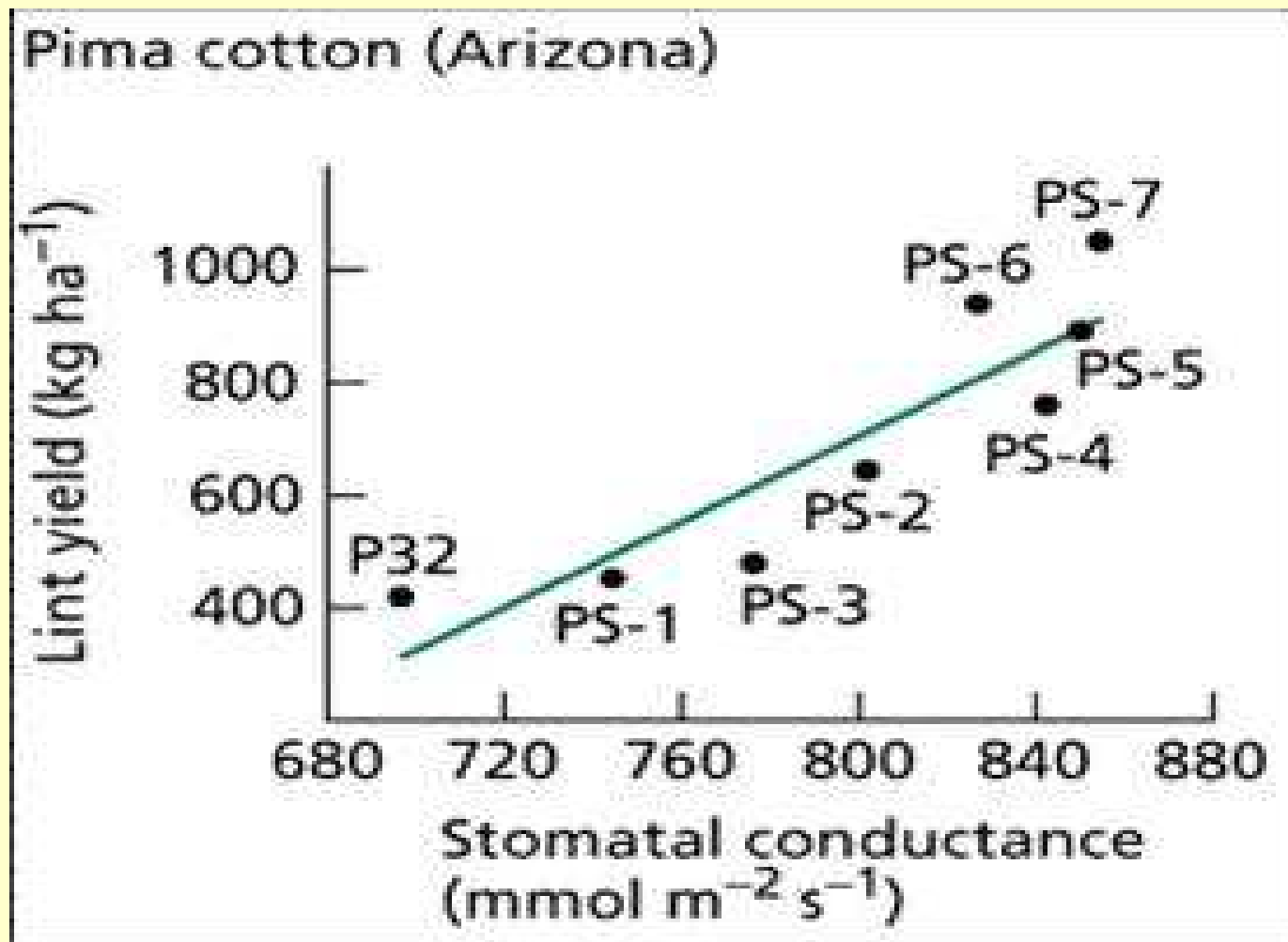
- Retornando ao **algodão mocó**, por que a **produtividade aumenta** a medida que a **tolerâncias à seca** e a **longevidade diminuem**?
- **Cultivares “perenes”** (*mais tolerantes à seca*):
  - possuem **sistema radicular** mais **denso**, **profundo** e rico em **reservas** amiláceas;
  - possuem **folhas** com **condutância estomática** mais **baixa** (*alta resistência*);
  - investem **primeiro** no **crescimento vegetativo** e no crescimento do **sistema radicular** para **depois** investirem na **produção de ramos frutíferos**.
- **Cultivares “precoces”** (*menos tolerantes à seca*):
  - são **menos acentuadas** as **duas primeiras características** descritas para os tipos **“perenes”**;
  - **curto período** de **investimento** no crescimento **vegetativo** e no **sistema radicular**, para se **concentrarem** na **produção de ramos frutíferos**.

# EXEMPLO DO ALGODOEIRO PIMA IRRIGADO

- **Algodoeiro *Pima*** (*Gossypium barbadense*), originariamente “perene”, que foi **transformado em anual** e é **cultivado sob irrigação**;
- Foi **melhorado** visando atingir **altas produtividades** sob condições de **irrigação, adubação** e de **alta densidade de plantio**;

# CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA E PRODUTIVIDADE

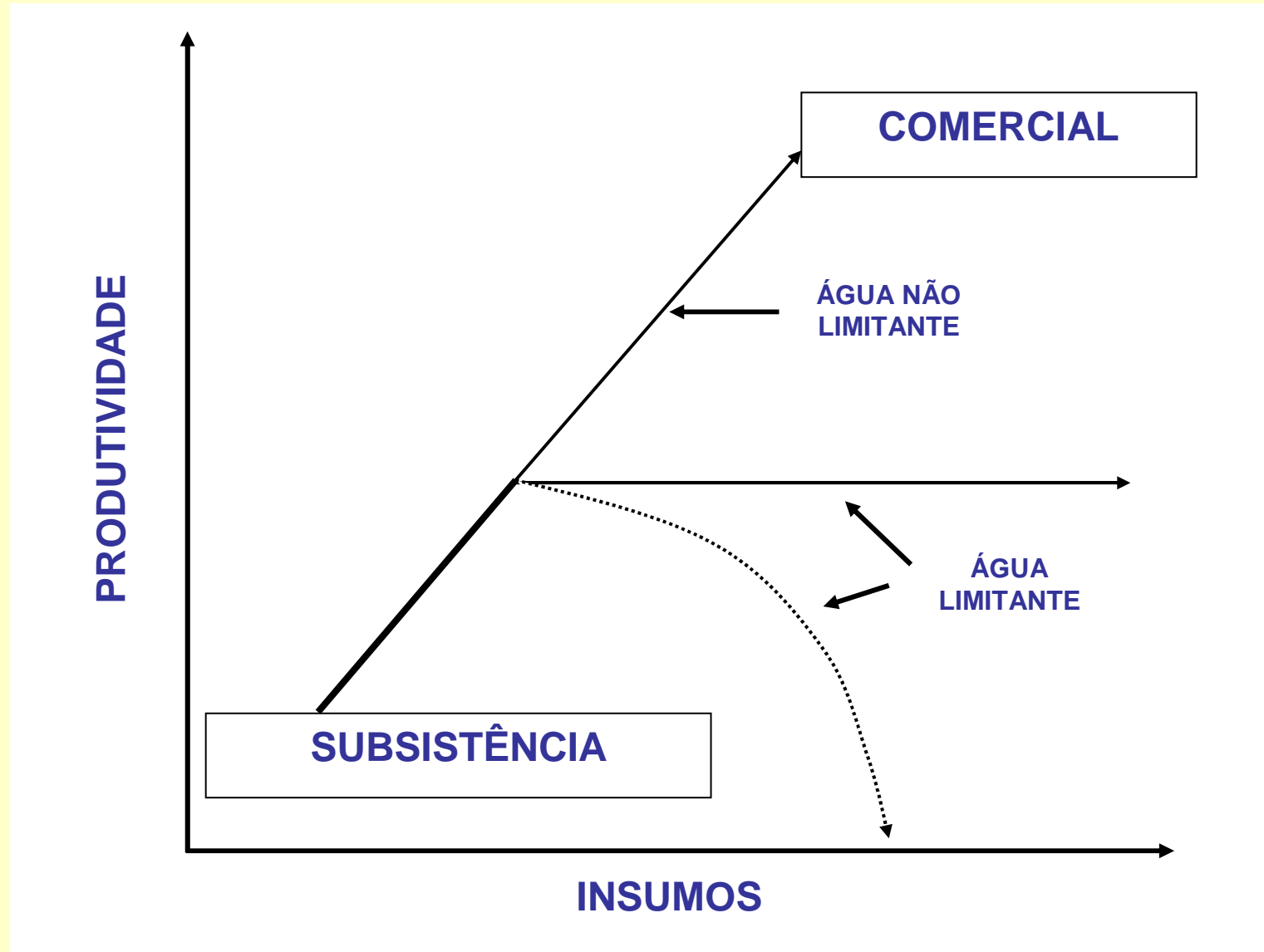
(Dados de Lu *et al.*, 1998)



# CONCLUSÃO

As “***lavouras secas***” não se viabilizaram economicamente porque os **mecanismos fisiológicos de adaptação à seca** visam, basicamente, a **sobrevivência da espécie** nas **condições de carência hídrica**, enquanto que para a **exploração agrícola**, as plantas, **além de sobreviverem** ao déficit hídrico, precisam **produzir economicamente**.

# AGRICULTURA DE SEQUEIRO NO SEMI-ÁRIDO



**“If politicians can fill bellies with speeches, why can’t scientists grow plants without water?”**

A landscape photograph showing a field of trees with sparse, brownish leaves in the foreground. In the background, there are more trees, some with white blossoms, under a blue sky with scattered white clouds. The text "MUITO OBRIGADO!" is overlaid in the center in a bold, yellow font with a black outline.

**MUITO OBRIGADO!**



**Então, o que fazer com o semi-árido brasileiro, que está em processo acelerado de desertificação e abriga grande parte da população mais carente do nordeste?**

- Sabe-se que existem **vários semi-áridos** no nordeste brasileiro, embora todos possuam **grande biodiversidade** e **muitas espécies** com **potencial econômico**, logo, deveríamos ter “**receitas**” **diferenciadas**:
  
- Para as regiões **menos degradadas** poder-se-ia pensar na **exploração agropastoril** sustentável (manejo de micro bacias, associado ao raleio e manejo adequado dos animais e da vegetação);
  
- Para as **medianamente degradadas** poder-se-ia pensar em utilizá-las como **reservas**:
  - ✓ Para pesquisas **eco-fisiológicas**;
  - ✓ Para **identificação** e **catalogação** em um **Banco de Genes**:
    - **vegetais** para **tolerância** a **estresses** bióticos e abióticos;
    - **animais** para **tolerância** à **doenças** de **animais domésticos** ou de **humanos**;

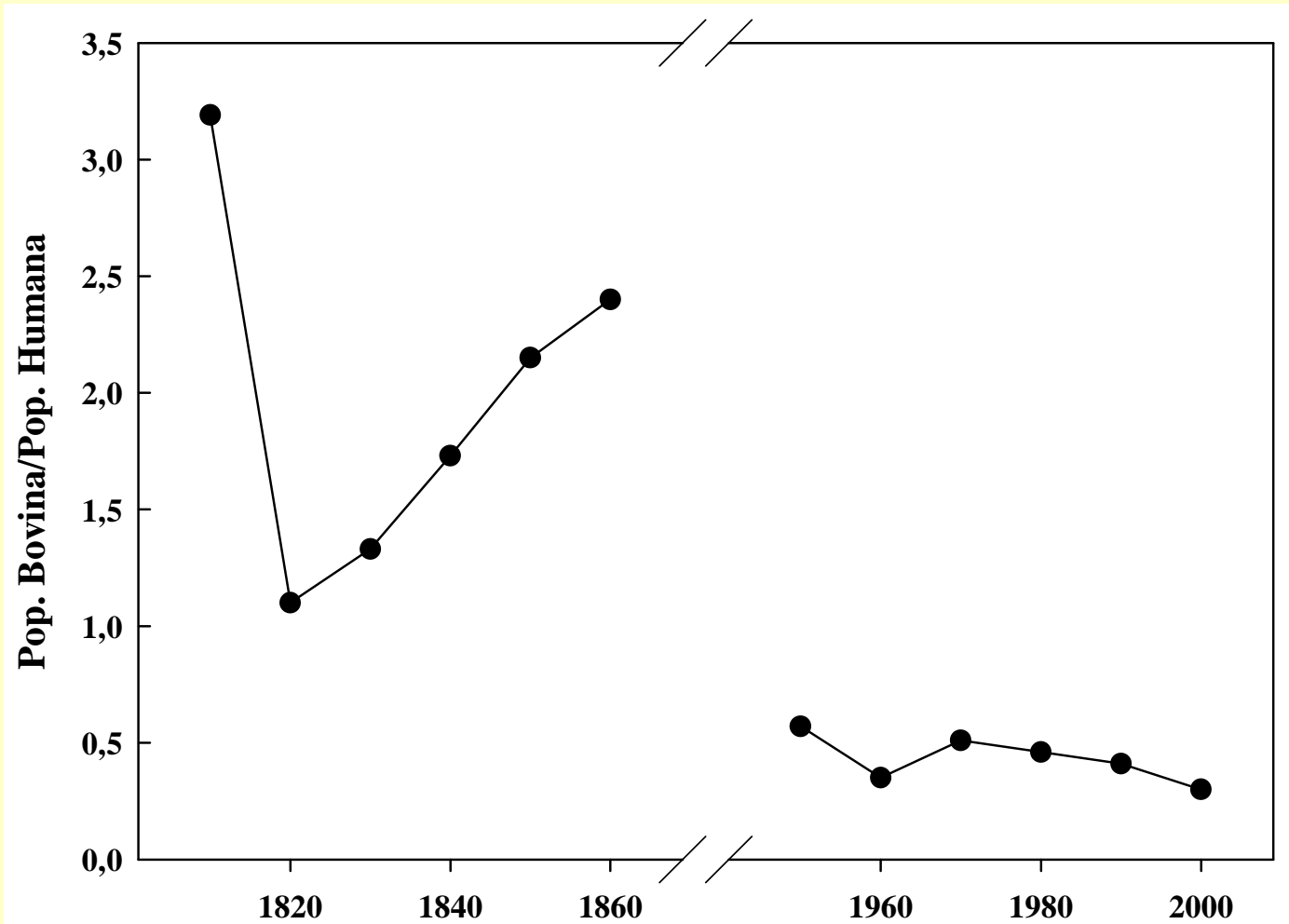
✓ Para identificação e **catalogação** em um ***Banco de Produtos Naturais***:

- ***Medicamentos***;
- ***Defensivos Agrícolas***;
- ***Bioconservantes***.

➤ Para as regiões **mais degradadas** poder-se-ia pensar em **eco-turismo, subsidiado e supervisionado pelo Estado**.

- ✓ Diminuiria a **degradação**;
- ✓ Facilitaria a **manutenção** da ***biodiversidade***;
- ✓ **Educaria** a **população**;
- ✓ Geraria **emprego**.

# CONSEQUÊNCIAS DO TIPO DE EXPLORAÇÃO AGROPECUÁRIA EXISTENTE



Varição do número de cabeças de gado por pessoa nos períodos 1810-1860 e 1950-2000. Dados de Souza Brasil (1863) e IPLANCE.