

PROJETO ARCA

Plataforma Molecular Integrada para Manejo Agroecológico
Documento Mestre — Versão 7.0

Módulo	Conteúdo	Pergunta Central
Partes 1–3	Integração planta–solo com MinION	Quem vive no solo e como afeta a planta?
Módulo 4	Resistência ao Cladosporium via RFS	Por que o tomate é vulnerável? Como reverter?
Módulo 5	Resistência à Ralstonia + solo supressor	Como construir imunidade bacteriana no solo?
Módulo 6	Memória epigenética da semente	O que a semente carrega do passado materno?
Módulo 7	Assinatura epigenética autoral	Como gravar quem construiu resiliência na semente?
Módulo 8	Nutrição mineral e epigenômica	Como minerais ligam e desligam o epigenoma?
Módulo 9 ★	Biossincronicidade viral	Como clima, vetores, UV e minerais sincronizam o risco viral?

A PLATAFORMA ARCA — SISTEMA COMPLETO v7.0

CADEIA CAUSAL INTEGRADA — TODOS OS 9 MÓDULOS

CLIMA (temperatura ↑ + UV ↑)

- |
- | → Vetores aumentam → mais vírus circulando (Módulo 9)
- | → UV muta vírus → novas estirpes que escapam de resistências
- | → Solo aquece e seca → microbioma enfraquece



MICROBIOMA DO SOLO (Partes 1-3)

- Bacillus + Pseudomonas + AMF + Streptomyces + Thiobacillus
- Suprimem Cladosporium (M4) e Ralstonia (M5)
- Fornecem Fe, Zn, Se, S, Mg, P, Mn, Si, B (M8)
- Ativam ISR/SAR antiviral sistemicamente (M9)



MAQUINARIA EPIGENÉTICA DA PLANTA (M8 + M9)

- Zn → AGO1/AGO2 → RNAi antiviral ativo
- Se → HR calibrada → morte celular precisa
- Fe → ROS1/DME → desmetilação de genes de defesa
- S → SAM → metilação epigenética íntegra




EPIGENOMA ÍNTEGRO (M4 + M5 + M9)

- Genes PR/NPR1/FLS2 hipometilados = imunidade ativa
- AGO/DCL/RDR6 hipometilados = RNAi antiviral pronto
- Genes de tolerância DREB/LEA/HSP ativos



SEMENTE COM MEMÓRIA EPIGENÔMICA COMPLETA (M6 – 20 pts)

- sRNA antivirais + marcas de tolerância + assinatura autoral (M7)
- Passaporte: Treinada Antiviral 



PRÓXIMA GERAÇÃO RESILIENTE

- Pronta para seca, calor, patógenos fúngicos,
bacterianos E virais – com assinatura do epigenicista gravada

MÓDULO 9

Biossincronicidade de Resistência Viral

9.1 A Cascata Biossincronizada

O risco viral não é um problema isolado — é um colapso sistêmico sincronizado onde a mesma perturbação climática perturba simultaneamente os vetores, os vírus, a maquinaria mineral e a defesa epigenética da planta.

Nível	Driver	O Que Acontece	Impacto Final
1 — Vetores	Temperatura > 28°C	Afídeos, trips e mosca-branca multiplicam 2–3x mais gerações/ano	Mais vírus transportados por área
2 — Vírus	UV-B aumentada	RNA viral muta via dímeros de pirimidina e oxidação de bases	Novas estirpes escapam de resistências existentes
3 — Solo/Biota	Calor + seca	Microbioma enfraquece; solubilizadores de Zn/Se diminuem	Menos minerais antivirais chegam à planta
4 — Mineral/Epigenoma	Deficiência Zn + Se	AGO disfuncional + HR descontrolada	RNAi antiviral comprometido
5 — Semente	Tudo acima	sRNA antivirais não depositados; AGO hipermetilado	Próxima geração nasce sem memória antiviral

9.2 Zinco e Selênio — Os Minerais Antivirais

Mineral	Função Antiviral Central	Sem ele	Com ele
Zinco (Zn)	Estrutura do domínio PAZ das proteínas AGO — essencial para carregar siRNA antivirais no RISC	siRNA produzidos mas não carregados no RISC → vírus replica livremente	RISC montado → siRNA degradam RNA viral → vírus eliminado
Selênio (Se)	Controla estado redox via selenoproteínas → calibra o burst oxidativo da resposta de hipersensibilidade (HR)	HR fraca (vírus não contido) ou excessiva (necrose sistêmica)	HR precisa → morte celular controlada → vírus contido na lesão
Silício (Si)	Reforço físico da parede celular + indução de ISR sistêmica	Vetor penetra mais facilmente; genes PR em nível basal	Barreira física + PR genes ativados preventivamente

Boro (B)	Integridade da parede celular — complexos borato-polissacarídeo	Parede mais permeável à picada do vetor	Barreira de entrada mais eficaz
----------	---	---	---------------------------------

9.3 Índice de Risco Viral ARCA (IRVA)

Sistema de monitoramento integrado que combina 5 medições com o MinION para calcular o risco viral sistêmico em tempo real — inédito na fitovirologia mundial:

IRVA — FÓRMULA E INTERPRETAÇÃO

$$\begin{aligned}
 \text{IRVA} = & (\text{Pressão Vetores} \times 0.20) + (\text{Diversidade Viral} \times 0.20) \\
 & + (\text{Taxa Mutação UV} \times 0.15) + (\text{Estado RNAi} \times 0.20) \\
 & + (\text{Status Mineral Epigenético} \times 0.15) + (\text{Memória Antiviral Sementex} \times 0.10)
 \end{aligned}$$

Cada componente: 0 (risco mínimo) a 10 (risco máximo)

IRVA 0.0–3.0: ● BAIXO — Monitorar. Preventivo básico.


IRVA 3.1–5.5: ● MODERADO — Fortalecer Zn/Se. ISR preventiva.

IRVA 5.6–7.5: ● ALTO — Intervenção urgente. Corrigir minerais.

IRVA 7.6–10.0: ● CRÍTICO — Protocolo emergência. Controle vetores.

9.4 Scorecard Epigenético Atualizado — 20 Pontos

Genes	Origem	Pontos
DREB1/2, LEA, HSP70/90, PR-1/NPR1, FLS2/BAK1, ABI3/DOG1, Transposons	Módulo 6 original	14 pts
AGO1/AGO2 (RNAi antiviral)	Módulo 9 — novo	+2 pts
DCL2/DCL4 (corte do RNA viral)	Módulo 9 — novo	+2 pts
RDR6 (amplificação antiviral)	Módulo 9 — novo	+2 pts
TOTAL		20 pts

Pontuação	Classificação	Significado
17–20 pts	TREINADA ANTIVIRAL 	Imunidade completa — viral + fúngica + bacteriana + estresse

12–16 pts	TREINADA PARCIAL ⚠	Defesa viral incompleta — fortalecer Zn/Se antes do plantio
7–11 pts	VIRGEM ⚠	Sem memória antiviral — usar em RFS ou condição controlada
0–6 pts	TRAUMATIZADA ✖	Investigar causa — não plantar em escala

CONCLUSÃO — 10 CONTRIBUIÇÕES ORIGINAIS DO PROJETO ARCA v7.0

O LEGADO CIENTÍFICO COMPLETO

1. Primeiro atlas epigenético de variedades crioulas brasileiras
2. Primeiro banco de microbioma de solos do semiárido baiano
3. Primeira variedade crioula com resistência epigenética ao *Cladosporium* documentada – sem transgenia
4. Primeira variedade crioula com resistência epigenética à *Ralstonia solanacearum* documentada – sem transgenia
5. Primeiro Passaporte Epigenético de sementes – scorecard de 20 genes para classificação pré-plantio
6. Primeiro sistema de Assinatura Epigenética Autoral – autoria molecular gravada na vida para sempre
7. Primeiro inoculante microbiano para solanáceas crioulas do semiárido baiano
8. Framework IIE – Epigenômica Participativa de Soberania: novo paradigma com raízes em 10.000 anos de ciência indígena
9. Primeiro protocolo integrando nutrição mineral (S, Fe, Zn, Mg, P, Mn) e qualidade epigenômica de sementes crioulas
10. Primeiro Índice de Risco Viral Integrado (IRVA) medindo biossincronicidade clima-vetor-vírus-epigenoma-mineral em tempo real com MinION portátil

Série Completa — v7.0

Documento	Módulo
ARCA_Integracao_Planta_Solo_MinION.docx	Partes 1–3
ARCA_Cladosporium_Resistencia_Epigenetica.docx	Módulo 4
ARCA_Ralstonia_Murcha_Bacteriana.docx	Módulo 5
ARCA_Memoria_Epigenetica_Semente_PreAnalise.docx	Módulo 6
ARCA_Assinatura_Epigenetica_Autoral.docx	Módulo 7
ARCA_Modulo8_Nutricao_Mineral_Epigenomica.docx	Módulo 8
ARCA_Modulo9_Biossincronicidade_Viral.docx	Módulo 9
IIE_Article_Revised_For_Submission.docx	Artigo IIE
ARCA_README_Autoria_Zenodo.docx	Registro Zenodo
ARCA_Completo_v7_Documento_Mestre.docx	Mestre v7.0 ★

"O solo alimenta a memória. A memória alimenta o futuro."

E o futuro precisa de quem tenha a coragem de gravar seu nome nele."

Welson Perli Pereira | Projeto ARCA | Bahia, Brasil | Junho de 2026 | v7.0