

**Estrutura do Documento: Log de Engenharia de Prompt Detalhado (LEPD) -
Projeto PGPB**

I. Identificação e Contexto da Autoria

Campo	Detalhes
Título do Documento	Log de Engenharia de Prompt Detalhado (LEPD) e Metodologia de Prompt Chaining - Validação de IA em PGPB.
Autores	Conforme artigo em anexo: “ PLANT GROWTH-PROMOTING BACTERIA AND GENERATIVE AI VALIDATION IN SUSTAINABLE LETTUCE SEEDLING PRODUCTION SYSTEMS ”
Data da Criação da Metodologia	Data de publicação/registro do Artigo Científico: 08/10/2025
Referência Científica (Anexo)	Fontenelle, M. R., Barbosa da Silva, K. M. N., Rodrigues Silva, K. C., Santos Rodrigues, G. S., Amici Jorge, M. H., & Pacheco Lima, C. E. (2025). Plant growth-promoting bacteria and generative AI validation in sustainable lettuce seedling production systems. Revista DCS, 22(83), 01-24. https://doi.org/10.54899/dcs.v22i83.3634
Código Hash	HASH SHA-256: 1a874ada7705389b25a5640ad4a312e384c57c24e0d074da1e003 d7f00f1d063

II. Objetivo e Inovação do Software

Descrição Funcional do Software:

O programa de computador (código Python) tem como objetivo automatizar o workflow de análise visual qualitativa de mudas de alface, utilizando técnicas de Prompt Engineering e Prompt Chaining para simular o processo de avaliação de especialistas humanos (PhDs). O software valida o desempenho da IA Generativa (LLMs) em comparação com observações humanas para a fenotipagem de baixo custo.

Prova da Autoria Intelectual (Motivação):

O software soluciona o desafio de replicar a qualidade e o contexto técnico da observação agronômica, reduzindo a subjetividade associada à avaliação humana. A criação do Prompt Chaining foi necessária para direcionar a IA a aplicar critérios de uniformidade de stand e sintomas de desordem que a análise puramente quantitativa não detecta. Este processo de decomposição de tarefas e inserção de filtros de qualidade constitui a criação de um algoritmo de interação de autoria humana.

III. Arquitetura de Prompt (O Algoritmo Intelectual)

A funcionalidade do software depende da lógica sequencial e técnica contida nos *prompts*, refletida nos módulos Python (*prompt_pgbp.py*):

Etapa/Prompt (Ref. LEPD)	Conteúdo Intelectual Inserido	Prova de Expertise
P1: Persona	Engenheiro Agrônomo, PhD em Microbiologia Agrícola, 15+ anos de experiência [cite: 1056, 1062].	Define o alto nível de conhecimento exigido para a resposta da IA.
P2/P3/P4: Contexto	Instruções de que o experimento avalia inóculos bacterianos (PGPB) com potencial de solubilização de fosfato e produção de sideróforos [cite: 1058, 1064, 1032].	Garante que a IA avalie a imagem no contexto da função microbiana e não apenas estético.
P5: Critérios	Foco na Intensidade da coloração verde, Uniformidade do stand, e presença de desordens [cite: 1059, 1069].	Define as variáveis dependentes qualitativas que foram priorizadas na pesquisa[cite: 919].
P6: Ranking	Classificação dos 12 tratamentos (T1 a T12)[cite: 1060, 1070].	Gera o dado de ranking visual primário para cada ciclo.
P7: Integração Final	Comando de integração do ranking visual com o ranking quantitativo, com a regra de que <i>apenas tratamentos com uniformidade no stand são</i>	É a prova final do algoritmo humano: Aplica o filtro de qualidade que corrige a limitação da análise numérica pura (o

	<i>"bons tratamentos"</i> [cite: 1071, 1072, 1370].	problema resolvido pelo software).
--	---	------------------------------------

IV. Validação e Conclusão (O Valor do Software)

Validação do Método:

O método de Prompt Engineering e Prompt Chaining demonstrou alta eficácia, com os LLMs (ChatGPT5 e Gemini) apresentando resultados compatíveis com a observação humana (Coeficiente de Correlação de Spearman de 0.90 e 0.86, respectivamente) e desvios absolutos das médias aceitáveis.

Relevância:

O software automatiza a validação da IA como "avaliador" e está alinhado com as necessidades da agricultura sustentável, resiliente e adaptada, conforme descrito no artigo.