



植物工場運営 超入門

Shohei Imamura

PFBoost

Operação de Fazendas Verticais: Guia para Iniciantes

Sumário

Introdução

- Estrutura e como usar este livro
- Autor

Capítulo 1: O futuro e as perspectivas da fazenda vertical

- O que é uma fazenda vertical — distinguindo os dois tipos
- Conhecendo o "agora" da fazenda vertical
- Por que a fazenda vertical acaba no vermelho?
- Como ler números do setor e notícias
- A realidade da fazenda vertical que dá lucro
- Qual é a diferença decisiva do cultivo a céu aberto e do cultivo protegido?
- Entendendo a distância entre pesquisa e o chão de fábrica
- Os 3 papéis do gestor de fazenda vertical

Capítulo 2: Os Fundamentos do Manejo da Cultura

- Quais são os pontos-chave para escolher a cultura certa para uma fazenda vertical?
- Aproveitamento da iluminação LED
- Luz
- Sistema de hidroponia
- Gestão de temperatura
- Gestão de umidade
- Uso do CO₂
- Climatização e gestão do vento
- Manejo de fertilizantes
- Manejo da solução nutritiva
- Queima das bordas
- Estiolamento
- Para elevar ainda mais o nível do manejo da cultura

Capítulo 3: A gestão de operações no campo na prática

- Por onde se começa a aprender a gestão de operações no campo? As três camadas: mudas, números e pessoas
- Elaboração do planejamento da produção
- Semeadura
- Produção de mudas
- Transplântio e transplântio definitivo
- Colheita e remoção de folhas
- Trabalho pós-colheita
- Gestão e formação dos funcionários
- O rigor do plano de higienização
- Análise de dados

Epílogo

Introdução

Numa fazenda vertical, não basta montar o equipamento certo para o negócio dar certo.

Entrei neste setor em 2011 e, ao longo de mais de uma década, acompanhei de perto o cultivo de folhosas em mais de 10 fazendas verticais de portes variados. Vi grandes empresas, com dinheiro de sobra, largarem o negócio depois de poucos anos. E vi fábricas que foram juntando pequenas melhorias até estabilizar a rentabilidade. A diferença quase nunca está no equipamento ou no sistema — está em como se toca a operação no dia a dia. Bem ao lado dos sensores mais modernos, tem gente conferindo na mão o estado das folhas. Fazenda vertical é exatamente esse tipo de lugar.

Esse jeito de operar, no fim das contas, só se aprende fazendo. Ler este livro não vai te transformar num profissional da noite para o dia. Mas chegar ao campo já com o conhecimento que serve de base para o setor e para o trabalho acelera muito o aprendizado. Saber por que cada tarefa é feita, e o que aquele número quer dizer, muda tudo: quem entende isso e quem só mexe as mãos no que mandam terminam o mesmo dia de trabalho tendo absorvido coisas completamente diferentes.

Por isso, este livro foi refeito como **um livro que supervisores e colegas mais experientes possam entregar a quem acabou de entrar na operação, dizendo "leia isso primeiro"**. É o livro que dá a base para quem quer ter uma visão geral do setor e do trabalho antes de pisar no campo.

Estrutura e como usar este livro

O conteúdo está organizado em três fluxos.

- **Capítulo 1** apresenta o panorama geral do setor de fazendas verticais. O que é esse mundo, como está hoje e onde os caminhos se dividem.
- **Capítulo 2** cobre os fundamentos do cultivo. Luz, temperatura, solução nutritiva — a base de como os vegetais crescem.
- **Capítulo 3** entra na prática da operação. Quais tarefas existem no dia a dia e o que o gestor precisa observar.

Lendo nessa ordem, você chega ao campo já sabendo responder a uma pergunta: "onde é que eu estou, dentro de tudo isso?"

Mas quero deixar uma coisa clara. Este livro se dedica inteiro a passar a base do setor e do trabalho, e **não entra a fundo nas decisões que mexem direto com a rentabilidade** — como achar os valores ótimos, onde cortar custos, montar os canais de venda ou avaliar investimentos. Isso é terreno do conhecimento prático que só a experiência de campo dá, e está tratado ponto a ponto no livro irmão *172 dicas para melhorar a rentabilidade da fazenda vertical*. Pegue a visão geral aqui e, quando precisar, recorra àquele.

Eu ficaria especialmente contente se ele virasse material de treinamento para os novatos. Pode copiar e repassar à vontade. Mas os direitos autorais continuam de pé — então, por favor, não altere o conteúdo.

Autor



Shohei Imamura

Entrou no setor de fazendas verticais em 2011. Como operador de campo e gerente de equipe de suporte, participou da implantação e da operação de mais de 10 fazendas verticais de portes variados. Nesse período, ajudou a formar mais de 600 funcionários.

Foi essa experiência que o convenceu de uma coisa: o que decide a rentabilidade de uma fazenda vertical não é o equipamento nem o sistema, e sim a habilidade e o conhecimento de quem põe a mão neles. Hoje atua por conta própria, com consultoria para melhoria de rentabilidade, suporte e produção de conteúdo para fazendas verticais.

Capítulo 1: O futuro e as perspectivas da fazenda vertical

Olá. O mundo em que você está prestes a entrar é o da "fazenda vertical" — um mundo difícil de entender de fora. Estou neste setor desde 2011, e por mais de dez anos, em mais de dez instalações, acompanhei de perto a produção de folhosas em fazendas verticais. O caos das inaugurações, as unidades que fecharam, as fazendas verticais que continuaram dando lucro discretamente. Neste capítulo, para você que acabou de chegar ao chão de fábrica, quero entregar de uma vez só o panorama geral do setor. Os detalhes de como de fato ganhar dinheiro eu deixo para os capítulos seguintes e para as "172 dicas"; aqui vou percorrer de uma vez "o que é uma fazenda vertical, como ela está hoje e onde os cenários se dividem" — como um veterano falaria a um novato. Não complique. Leia apenas para ter uma ideia do contorno geral.

O que é uma fazenda vertical — distinguindo os dois tipos



Quando as pessoas ouvem as palavras "fazenda vertical", a maioria imagina uma linha de produção. Aperta um botão e produtos padronizados saem em série; instala o equipamento e dá para produzir qualquer coisa em massa a baixo custo — é a intuição que a fábrica de máquinas treinou em nós. Mas se você entrar carregando essa intuição, vai errar a leitura do que tem pela frente. Mesmo quando duas coisas são chamadas de "fazenda vertical", o que há dentro pode ser tão diferente quanto dois seres vivos distintos. Então, antes de mais nada, vamos só deixar essa distinção à mão.

Usar o sol, ou produzir tudo com eletricidade?

Há uma única linha divisória que importa. Você usa a luz do sol, ou produz até a luz com eletricidade?

O tipo que usa luz solar — o chamado **tipo de aproveitamento solar** — pense nele como uma extensão da estufa de cobertura plástica. A luz entra pelo teto de graça. A parte que se parece com uma fábrica é todo o resto, fora a luz — temperatura, umidade, CO2, irrigação —, que ele mede e controla. É uma instalação que não gerencia a luz, mas tudo o que não é luz.

O outro tipo, a **fazenda vertical completa**, abre mão do sol por inteiro, num ambiente fechado e sem janelas. Por cima disso, recompra com eletricidade a luz que antes era gratuita e a reconstrói por conta própria. Não só a luz: a climatização e a umidade também — tudo coberto por eletricidade, para reproduzir o clima externo lá dentro. É o preço de se isolar do ar externo. Foi justamente nesse tipo que eu passei mais de dez anos: uma instalação produzindo folhosas com PFAL. Quando escrevo "o que vi" neste livro, entenda como histórias que ficam, no geral, dentro desse escopo. O tipo de aproveitamento solar e os casos de culturas de frutos ou de grandes instalações no exterior aparecem aqui apenas como estimativas baseadas em artigos e premissas.

Neste livro, salvo indicação em contrário, quando digo "fazenda vertical" estou me referindo à fazenda vertical completa. É também onde um novato costuma ser alocado primeiro.

Por que as culturas possíveis se concentram em folhosas

Alface, espinafre, baby leaf. O que aparece nas conversas sobre fazendas verticais é, na maioria das vezes, folhosa. O motivo decorre diretamente da restrição de recomprar a luz com eletricidade. Folhosas não exigem muita luz, são baixas e dá para empilhá-las em muitas prateleiras. O ciclo de cultivo também é curto. Por isso elas justificam, no limite, o custo de produzir luz com eletricidade.

Com as culturas de frutos, ao contrário, a ordem de grandeza muda. Culturas como o tomate precisam de uma quantidade enorme de luz e, quanto mais altas ficam, mais difícil fica para a luz alcançar as folhas de baixo, o que ainda reduz a eficiência. Com alimentos básicos como arroz ou trigo, o extremo é ainda maior. Por isso, o que dá para cultivar comercialmente sob luz totalmente artificial é, por enquanto, sobretudo folhosa baixa.

É aqui que a palavra "fábrica" te trai. Numa fábrica comum, quanto mais equipamento você instala, mais ampla fica a gama de coisas que dá para produzir; já a luz totalmente artificial da fazenda vertical funciona ao contrário — se muda alguma coisa, é a gama do que dá para produzir que vai se estreitando. E o que está crescendo lá dentro é um ser vivo, então você não pode, só porque a demanda caiu, pausar a linha e religá-la do mesmo ponto. Uma vez plantada a semente, venda ou não, ela cresce no ritmo do próprio crescimento. Não é um dispositivo para produzir qualquer coisa em massa a baixo custo, e sim um dispositivo para produzir um conjunto limitado de culturas de forma estável, desligado do clima — não uma fábrica que aumenta o volume, mas uma fábrica que elimina as oscilações.

Não aplique diretamente os números do setor a você mesmo

Quando você começa a pesquisar "como a fazenda vertical está de verdade", a primeira coisa que cai nas suas mãos costuma ser número. "A taxa de prejuízo é de tantos por cento." "O investimento inicial é de tantos bilhões." Este livro também vai olhar para esses números do setor mais à frente. Mas deixe eu dizer uma coisa antes: um número solto desses não serve, do jeito que está, de régua para o seu próprio projeto. É uma média que enfileira, numa linha só, coisas que diferem em tipo, em cultura e em escala. Não há garantia nenhuma de que a sua combinação se encaixe numa taxa de prejuízo que somou, tudo junto sob o rótulo "fazenda vertical", alface de luz totalmente artificial, tomate de estufa e uma instalação pequena, quase de hobby. Como ler os próprios números, eu retomo numa seção mais à frente.

A ordem para verificar

Por último, uma coisa como base. Quando você pesquisa fazendas verticais, se tentar decidir primeiro pelo tipo, normalmente vai se perder. Minha recomendação é o inverso: comece pela **saída**. Quem vai comprar o quê, por quê e a que preço. Com isso definido, a **cultura** que você quer já se define; com a cultura definida, o **tipo** fica praticamente restringido pela intensidade de luz necessária e pela altura da planta; e só então você pode ler os **números** dos outros, escolhendo apenas os casos cujas condições combinam com as suas. Saída, cultura, tipo, números. Enquanto você não quebrar essa ordem, não vai errar feio.

Qual canal de vendas compensa para qual cultura — esse julgamento é o próprio design de receita, então neste livro eu fico só na entrada e deixo o julgamento mais aprofundado para

as "172 dicas". Por enquanto: que há dois tipos, o motivo de tudo se concentrar em folhosa, e que você precisa separar os números antes de lê-los. Leve esses três e vamos olhar o "agora" a seguir.

Conhecendo o "agora" da fazenda vertical

Entrei no setor de fazendas verticais em 2011, no período do chamado "boom das fazendas verticais". Grandes empresas entravam uma atrás da outra, novas fazendas verticais eram construídas por todo o país, e a mídia tratava o tema como "a agricultura do futuro".

No entanto, o que veio depois não foi como se esperava. Mesmo grandes empresas, com capital e marca reconhecida, fecharam em poucos anos, uma atrás da outra. Instalar os equipamentos mais avançados, ficou claro, não significava sucesso. A corrida de construção daquela época esfriou, e a forma como o assunto aparece nas conversas hoje também mudou.

Por que está atraindo atenção novamente agora?

Mesmo com as notícias de saída continuando, o interesse em fazendas verticais voltou a crescer nos últimos anos. O motivo é claro: conseguir garantir alimentos de forma estável — o que se chama de segurança alimentar — é uma preocupação que cresce no mundo todo.

O gatilho costuma ser um momento em que "os alimentos podem parar de chegar de fora". Quando uma doença infecciosa para a logística, quando um conflito deixa as rotas de transporte instáveis — a cada vez, as consultas sobre fazendas verticais aumentam. Esse padrão se repete. Uma fazenda vertical não é tanto uma tecnologia para baixar o custo do transporte, e sim uma tecnologia que permite continuar produzindo sem depender do transporte. Mesmo que a logística pare, dá para seguir produzindo dentro da instalação. Por isso ela está sendo reavaliada, de novo, como "um meio de produzir alimentos dentro do próprio país, sem sofrer com o clima ou com as relações internacionais".

Isso aparece com mais força quanto mais uma região carrega o peso de um ambiente ruim para a agricultura. Onde o clima e o solo não favorecem a agricultura, a água é escassa e a maior parte dos alimentos depende de importação — nessas regiões, a fazenda vertical é menos uma opção de gestão do que algo ligado diretamente a uma questão de âmbito nacional: como garantir alimentos. A régua para avaliar se compensa já é, de saída, diferente

da de um país como o Japão, onde a discussão costuma ser "a eletricidade é cara, então não compensa". Em regiões onde cultivar a céu aberto já é difícil por si só, a desvantagem do "alto custo da fazenda vertical" diminui em termos relativos, e fica mais fácil para ela se sustentar como negócio. Os ganhos e perdas de uma fazenda vertical mudam de cenário conforme onde e por quem são avaliados.

Dito isso, não são só boas notícias. A fazenda vertical depende de importação para boa parte de seus equipamentos e materiais — LEDs, sistemas de controle, substratos, tubulações. Você quer construir a instalação justamente porque os alimentos param de chegar quando o transporte para, mas as próprias peças para construir essa instalação também dependem do transporte — essa contradição é algo que você precisa encarar com honestidade. O assunto não é tão redondo a ponto de você simplesmente declarar "e é exatamente por isso que a fazenda vertical".

Leia as empresas entrantes não pelo "número" mas pelo "onde ganham dinheiro"

Quando a atenção se concentra, você também passa a olhar mais para a lista de empresas que estão entrando. Manchetes como "mais uma grande empresa entra" e "aquela empresa também saiu" aparecem com frequência.

Nessas horas, você tende a julgar pelo número — "se tanta gente está se juntando, deve ser promissor". Mas, olhando de perto a composição, dá para ver que é tudo misturado. Há empresas de manufatura que vinham dos semicondutores ou da eletrônica; há as que vieram da alimentação ou da distribuição; e há estreantes como as ventures agrícolas. Mesmo que você some todas como "X empresas entraram", na maioria das vezes é só um amontoado de gente fazendo coisas separadas.

A leitura com que eu me sinto confortável é dividir em três camadas conforme onde montam a receita — ou seja, por "onde ganham dinheiro".

A primeira é a **camada que ganha dinheiro vendendo equipamentos e instalações**. Muitas são de manufatura e, para elas, os vegetais são quase uma demonstração para mostrar a força do próprio equipamento. O que querem vender é o equipamento, não os vegetais em si — empresas assim se destacam. A segunda é a **camada que vende para fora os vegetais que produziu**. Ventures agrícolas e players especializados estão aqui, competindo de verdade no "preço dos vegetais". A terceira é a camada que, como a alimentação e a

distribuição, **produz para uso próprio**. Essa nem está competindo para vender vegetais no mercado.

Essas três, mesmo sob a mesma bandeira de "operar uma fazenda vertical", diferem completamente em contra quem competem e nas condições sob as quais o lucro aparece. Portanto, só porque há muitas empresas, não quer dizer que a concorrência seja acirrada. O que importa é quanto de cada camada está concentrado em torno do canal de vendas que você está mirando. Se as camadas que vendem vegetais estão brigando pela mesma prateleira de supermercado, então essa prateleira está de fato cheia. Mas os players de manufatura, que querem vender equipamento, não disputam muito essa prateleira. O número "X empresas entraram" não diz quase nada sobre o quão cheio está o canal de vendas em que você está tentando entrar.

Enquanto você é novato, chegar até aqui já basta. Quando vir números de entradas e saídas nas notícias, crie o hábito de parar um instante para classificar: "isso é história de vender equipamento, de vender vegetais ou de usá-los internamente?" Só isso já deixa o cenário do setor bem mais tridimensional. Que faixa a sua própria empresa mira e onde estão as brechas — discernir isso de verdade e agir já é, daí em diante, um julgamento de gestão, então neste livro eu fico só na entrada e deixo a leitura mais aprofundada para as "172 dicas".

O que mudou e o que não mudou

Ao longo desses mais de dez anos, algumas coisas mudaram, sem dúvida. O desempenho da iluminação LED melhorou enormemente. Quando pisei no chão de fábrica pela primeira vez, ainda havia fazendas verticais usando lâmpadas fluorescentes. A gestão de dados de cultivo e a otimização dos sistemas também avançaram. No lado técnico, houve progresso constante.

Outras coisas não mudaram. O que eu sinto com força depois de mais de dez anos neste setor é que **o que comanda a lucratividade de uma fazenda vertical não é o equipamento nem o sistema, mas as "pessoas" que os operam**. Ao lado do sensor IoT mais moderno, um funcionário confere o estado das folhas com as próprias mãos. Ao lado do controle ambiental por IA, a "intuição" de um veterano está em ação. A fazenda vertical é um lugar desse tipo.

Mesmo assim, a fazenda vertical tem possibilidade

Honestamente, não acho que seja uma situação para se ter otimismo. Ainda assim, há, sim, fazendas verticais dando lucro mesmo em condições difíceis. O que elas têm em comum é saber "como tocar o chão de fábrica".

Não é a qualidade do equipamento, e sim o quanto os funcionários do chão de fábrica entendem do cultivo e o quanto acumulam, de forma constante, os julgamentos do dia a dia. Vi, repetidas vezes, fazendas verticais que mudaram enormemente por conta da menorzinha das melhorias.

Produção estável sem sofrer com o clima, alta produtividade em terra limitada, grande redução no uso de pesticidas. Esses pontos fortes têm valor em muitas regiões. E, enquanto a demanda por garantir os próprios alimentos segue crescendo no mundo, as situações em que essa tecnologia é necessária só tendem a se multiplicar. Neste livro, vou transmitir, como um panorama geral, o conhecimento básico que forma essa base.

Mas, com toda a conversa sobre possibilidade, a realidade não é tão doce assim. A seguir, vamos encarar de frente o outro lado — a "dura realidade" — de por que tantas fazendas verticais penam no vermelho.

Por que a fazenda vertical acaba no vermelho?

Com toda a possibilidade, a realidade é que muitas fazendas verticais acabam empurradas para uma gestão difícil.

- "O investimento em equipamentos saiu caro demais."
- "Os vegetais não crescem como o esperado."
- "Produzi, mas não vende."

São falas que você ouve o tempo todo no chão de fábrica. Por que tantas fazendas verticais penam no vermelho?

A primeira coisa a ter em mente é que o rótulo único e genérico de "a fazenda vertical é um setor deficitário" é o que mais embota o julgamento. Vendo manchetes como "60% estão no vermelho" repetidas vezes, você acaba, de algum modo, aceitando que "esse setor é assim mesmo". Mas quando você olha de fato fazenda vertical por fazenda vertical, há quem dê lucro e quem dê prejuízo, e você começa a ver de onde vem essa diferença. O que eu sinto, depois de trabalhar com instalações PFAL por mais de dez anos e em mais de dez lugares, é

que a verdadeira linha divisória não é o setor em si, mas "como cada uma foi montada".

"Prejuízo da fase de lançamento" e "prejuízo estrutural" são coisas diferentes

"Prejuízo" é uma palavra só, mas dentro dela estão misturadas coisas de naturezas diferentes. Juntar tudo num "está no vermelho, então não presta", sem separar, é o mais perigoso de tudo.

Um é o prejuízo da fase de lançamento. O equipamento de uma fazenda vertical se deprecia mesmo quando não está operando. Na fase de lançamento, as prateleiras ficam vazias por alguns meses, e o rendimento também costuma ficar abaixo do valor planejado no começo. Por isso os primeiros anos tendem a fechar no vermelho. Mas é um prejuízo que diminui mês a mês à medida que a taxa de ocupação sobe e o rendimento se estabiliza. Dá para dizer que é o meio do caminho normal de um investimento rumo à recuperação.

O outro é o prejuízo estrutural. A operação e o rendimento já subiram até onde subiriam, mas o tamanho do prejuízo não se mexe. Isso já não é um problema de lançamento; é um prejuízo decidido na fase de projeto, do qual você não consegue escapar enquanto produzir aquela cultura com aquele equipamento.

O que observar não é o sinal de estar no vermelho, e sim para que lado esse prejuízo está se movendo com o tempo. Se o prejuízo diminui quanto mais o tempo passa, é prejuízo de fase de lançamento. Se não se mexe com o tempo, é prejuízo estrutural. O primeiro pede caixa e paciência; o segundo pede rever a cultura, ou sair — os movimentos a fazer são completamente diferentes.

As três alavancas que movem a lucratividade

Então, dentro desse "como foi montada", o que decide a lucratividade? As listas de prós e contras chegam a muitos itens, mas as alavancas que de fato movem a lucratividade se resumem, no fim, a três. **Eletricidade, canais de vendas e força das equipes**. O grosso do dinheiro que sai é eletricidade; o que limita o dinheiro que entra é o canal de vendas; e o que, por fim, influencia os dois é a força das equipes — o quanto você de fato consegue colher no chão de fábrica.

Esses três diferem em natureza. Eletricidade e canais de vendas dá para acertar no papel antes de a obra começar. A que preço você compra a eletricidade, o que produz e para quem

vende. Isso dá para decidir com antecedência, na fase de projeto e de contratos. A força das equipes, por outro lado, é um multiplicador que só entra em jogo depois que você começa a operar. Com o mesmo equipamento, o mesmo preço por unidade de eletricidade, o mesmo canal de vendas, tanto o quanto você colhe quanto a qualidade mudam completamente conforme o jeito de tocar o chão de fábrica. Por isso a força das equipes é a variável que vem morder a lucratividade por último, e você precisa pegá-la em separado.

A ordem importa. Acima de tudo, o que olhar primeiro é o canal de vendas. Dos três, o canal de vendas é o que mais fácil se empurra para depois, e o mais impossível de recuperar. A distinção aparece bem clara com uma única pergunta: "Antes de produzir, já está decidido quem compra quanto, a que preço, toda semana?" Um projeto que não consegue responder isso com números é arriscado, por mais formidável que seja seu equipamento. Ao contrário, se isso estiver fechado, dá para trabalhar de trás para frente a partir daí até a escala necessária e até o teto de custos fixos que você pode bancar. Se a ordem estiver invertida — o equipamento veio primeiro e você está atrás de um comprador —, isso em si já é um sintoma do lado deficitário.

Aqui, deixe eu levantar uma inversão que você vê com frequência no chão de fábrica. Entre as fazendas verticais no vermelho, de algum jeito sempre aparece uma "instalação formidável" no meio. Os lugares que instalaram os equipamentos mais recentes e operam na maior escala podem ser justamente os que parecem mais fundo no vermelho. Pela lógica comum, quanto melhor o equipamento, mais vantajoso deveria ser — e, mesmo assim. O truque é simples: se você instala o equipamento primeiro, sem trabalhar de trás para frente a partir do canal de vendas, aquele investimento pesa como custo fixo antes de qualquer venda se firmar. Os LEDs, a climatização, a linha de automação — a depreciação mensal corre mesmo com taxa de operação zero. Não é que o esplendor em si traga o vermelho; é o equipamento correndo na frente enquanto o canal de vendas ficou para trás, e isso aparece de forma gritante.

Um desafio tem uma "camada de teto" e uma "camada de taxa de alcance"

Dizendo de outro jeito, os desafios de uma fazenda vertical se dividem em duas camadas.

Uma é a camada que decide o próprio teto de lucro que a fazenda vertical consegue alcançar num ano. "O que produzir e onde vender" — a combinação de cultura e canal de vendas

decide, em silêncio, no momento em que a obra começa, o limite superior de custo que a fazenda vertical consegue carregar. Uma vez construída, nenhum esforço no chão de fábrica recupera isso.

A outra é a camada que decide o quão perto desse teto fixado você consegue trazer os resultados reais. Como a eletricidade é usada, como as pessoas são alocadas, o rendimento. A operação do dia a dia mora aqui. Os problemas que aparecem como dificuldades pertencem a essa camada, e o seu papel é elevar a taxa de alcance em direção ao teto definido lá em cima.

Portanto, como ordem: antes de construir, você ergue o próprio teto na camada de cima; depois de construir, você o colhe pela operação. Um erro comum é tentar recuperar só pela operação enquanto o teto continua baixo. Aquela sensação de "enxugar gelo" — segurar a eletricidade derruba o rendimento, cortar pessoal deixa outras coisas sem cuidado — costuma aparecer quando você tenta ganhar só na operação, sem levar em conta as restrições lá de cima. Antes de começar a enxugar, vá uma vez ver "que escolha lá de cima trouxe esse sintoma". Em cima disso, aperte a operação. É uma questão de ordem.

A eletricidade é tanto o maior custo quanto o maior encargo ambiental

Das três alavancas, a eletricidade tem algo de especial. É, ao mesmo tempo, um dos maiores itens de dinheiro que sai e o maior fator no impacto ambiental de uma fazenda vertical. Tanto no lado do custo quanto no lado ambiental, tudo desemboca na eletricidade.

Isso vem do destino do método PFAL. A luz que o campo aberto recebia do sol de graça, o PFAL recompra com eletricidade. Por isso, no PFAL, a eletricidade responde por cerca de 20 a 40 por cento do custo de produção, e a maior parte dessa eletricidade é consumida pela iluminação. Em comparação com o campo aberto, a energia por item colhido fica muitíssimo maior. O que pesa como custo é, por isso mesmo, o que pesa como impacto ambiental. É nessa estrutura que está a razão de as medidas para cortar eletricidade reduzirem, ao mesmo tempo, o custo de energia elétrica e o impacto ambiental.

Dito isso, aqui vai uma coisa a ter em mente: os itens de custo se movem em conjunto. Se, tentando cortar eletricidade, você apertar demais a iluminação ou a climatização, o plantio mais adensado pode fazer tudo abafar e danificar as folhas de baixo, ou as perdas na seleção podem aumentar — e você pode perder mais no rendimento do que o custo de energia

elétrica que cortou. Custo não é algo que dá para aparar em qualquer ponto de forma isolada; entram em jogo a ordem em que você corta e o tino de até onde cortar. A forma concreta de fazer esses julgamentos está além do alcance deste livro. O tino para os valores ótimos e o julgamento de redução de custos, o design de canais de vendas, o julgamento de investimento — essas análises mais aprofundadas, ligadas diretamente à lucratividade, são tratadas em detalhe no volume complementar "172 dicas para melhorar a lucratividade da fazenda vertical". Aqui, basta captar a porta de entrada para o raciocínio — ver o vermelho não pelo sinal mas pela inclinação, que a lucratividade é decidida pelos três fatores eletricidade, canais de vendas e força das equipes, e que um desafio tem uma camada de teto e uma camada de taxa de alcance.

Como ler números do setor e notícias

Uma vez que a estrutura do vermelho fica visível, agora são os números do setor e as notícias que circulam por aí que começam a te incomodar. No chão de fábrica, eles chamam a sua atenção querendo você ou não. "O mercado é da ordem de X bilhões." "Metade está no vermelho." "Mais uma grande empresa saiu." Um veterano pode te passar um relatório dizendo "lê isso". O que incomoda é que, na hora em que você tenta aplicar qualquer um desses números à sua própria fazenda vertical, algo não encaixa direito. Quanto maior o número que você olha, mais inútil ele parece, se muda alguma coisa, para o julgamento que está à sua frente no chão de fábrica. Esse descompasso tem a sua razão de ser. Aqui, vou te entregar uma régua para não ser sacudido pelos números. A leitura aprofundada eu deixo para as "172 dicas"; aqui, só a entrada.

"Metade está no vermelho" aponta para uma média que não existe

A primeira coisa que chama a atenção é aquela frase única, "metade das fazendas verticais está no vermelho". Ouço com frequência de casos em que esse número travou alguém na hora de entrar ou de expandir. Mas essa é uma média que joga tudo junto: PFAL e estufa, folhosa e culturas de frutos. A estrutura de lucratividade é completamente diferente para cada uma, então a média aponta para um "algum lugar" que não existe, e não diz nada sobre de que lado você está.

Aliás, mesmo em pesquisas recentes sobre a situação real, quando você separa de novo por tipo, o cenário vira do avesso. O PFAL ainda tem cerca de metade no lado deficitário, e seu carro-chefe é folhosa do tipo alface. No entanto, na mesma pesquisa, quando você volta os olhos para a estufa, mais de 70 por cento estão no azul ou no empate, e aqui o carro-chefe são culturas de frutos como o tomate. Contando com foco na alface, dá "metade no vermelho"; do lado do tomate, os lucros são muitos. É a mesma "fazenda vertical", mas, só de separar de novo a amostra por tipo e cultura, o título e o cenário trocam de lugar.

Por isso, quando você vir uma taxa de prejuízo num relatório do setor, verifique primeiro "de qual tipo e de qual cultura é a contagem desse número". Essa é a primeira régua.

Uma notícia de saída não está medindo as perspectivas futuras daquela fazenda vertical

Quando entrei no setor, o chão de fábrica se agitava toda vez que chegava a notícia de saída de uma grande empresa. "Então não dá mesmo, né." Mas, quando você examina o conteúdo de uma saída por fora, a história técnica do "os vegetais não cresciam" raramente vem à frente. O que aparece é o custo de energia elétrica que foi pesando aos poucos, os compradores que não cresceram tanto quanto se esperava, as pessoas que não ficaram. O que para não é a tecnologia de produção, e sim a operação seguir rodando, ano após ano.

Se é assim, então medir "o setor acabou" pelo clima do dia em que uma saída aparece nas notícias está errado. Se o setor como um todo cresce ou se acaba, e se aquela única fazenda vertical à sua frente se sustenta, são perguntas separadas. Quando você olha um caso por fora, o seu ponto de apoio é como aquela fazenda vertical sustenta as quatro coisas — eletricidade, capital, canais de vendas e pessoas. Onde, a que preço e em contrato de quantos anos ela consegue a eletricidade? O capital tem fôlego para enxergar além do ponto em que o subsídio acaba? Os compradores não estão concentrados numa única empresa? As pessoas não estão entrando e saindo o tempo todo? Mesmo sem poder bisbilhotar por dentro, esse contorno você consegue ler de fora.

Dito isso, ir além daí e cravar "portanto vai sair" é impossível. As mesmas inclinações costumam estar presentes até em fazendas verticais que seguem, caladas, no azul. O que a forma externa diz é, no máximo, candidatos a pontos fracos. Encare como ler não para prever, mas para enxergar a fragilidade com antecedência.

O lucro de uma empresa listada é um lucro gerado pelo seu negócio principal

Você também pode tomar o nome de uma empresa de capital aberto como referência, pensando "em fazenda vertical, é essa empresa". Se os resultados estão no azul, dá para ficar tranquilo por ora e seguir em frente — mas de onde veio esse lucro? Quando você alinha os dados por segmento de empresas listadas que fazem fazenda vertical, emerge um certo padrão, comum a muitas delas. A parte da fazenda vertical está no vermelho, mas a empresa como um todo está no azul. O negócio principal é um fabricante de eletrônicos, ou uma siderúrgica, ou uma empresa de logística, ganhando firme por lá, e ela carrega a fazenda vertical como um novo empreendimento. Em outras palavras, o que você está vendo não é a viabilidade do negócio de fazenda vertical, e sim a fundura dos bolsos do negócio principal. Quando eu mesmo estava do lado operacional de uma fazenda vertical PFAL, às vezes sentia na pele o ar de "este negócio está protegido pela matriz". Enquanto o negócio principal está ganhando, há, sim, fazendas verticais que não têm motivo para parar mesmo no vermelho. Com o preço das ações é a mesma coisa. Vendo a manchete "ação de fazenda vertical sobe", você quer ler aquilo como o embalo do setor, mas o que está sendo comprado é, no fim, o negócio principal. Não dá para separar isso de qualquer avaliação da fazenda vertical. Antes de se tranquilizar com os números gerais da empresa ou com o preço das ações, a régua é se você consegue olhar por conta própria: pela expectativa de quem, e de que tipo, a própria fazenda vertical está sendo sustentada?

O sucesso no exterior é feito pela localização, não pela instalação

Lendo um relatório de visita a Singapura ou aos Países Baixos, você nunca pensou, meio sem querer, "e se a gente fizesse isso no Japão..."? Alto rendimento, retorno rápido do investimento. Mas, na hora de copiar os números para o seu plano, a sua mão de repente trava. A premissa do custo de energia elétrica já é, de saída, diferente.

O motivo de os polos líderes terem crescido parece estar menos dentro da instalação e mais do lado do próprio país. Singapura coloca a autossuficiência alimentar no centro de sua segurança e paga subsídios, criando demanda por política nacional. Os Países Baixos têm, como base, uma cultura de estufa da época em que o gás natural era barato, e, em cima disso, o vasto mercado europeu fica logo ao lado, ligado por terra. Eletricidade barata, subsídios generosos, canal de vendas robusto por perto — o que cresceu foram os lugares

onde várias dessas condições de localização se sobrepuseram de uma vez; não foi que a instalação fosse excepcionalmente superior. O preço da eletricidade no Japão é estruturalmente alto, os subsídios são pontuais e difíceis de prever, e não há uma prateleira robusta em que a alface de fazenda vertical entre com facilidade. Construa só a mesma instalação e você não terá o mesmo resultado.

Por isso, os casos do exterior não devem ser lidos como um ranking de "qual país imitar", e sim para alinhar, uma a uma, as premissas do exterior e as premissas do Japão e enxergar a diferença entre elas. Para enxergar a fronteira entre as condições que dá para transferir e as que não dá. Essa é a quarta régua.

Use os números em dois estágios

Quando você chega até aqui, começa a sentir que aquele total do "mercado de X bilhões" que olhava no começo já nem precisa mais ser olhado. Mas não tem por que jogá-lo fora. Só mude o papel dele.

O total não é um número que responde "eu consigo ganhar", e sim um número para ler "os players neste mercado vão aumentar daqui para frente". Onde você vende e o preço dos equipamentos não são decididos por você sozinho; eles se movem conforme a entrada aumenta. E se esse crescimento está acontecendo nas culturas de frutos de estufa ou nas folhosas de PFAL cai no seu próprio chão de fábrica de maneiras completamente diferentes. Se os produtores que miram o mesmo canal de vendas que você aumentaram, a oferta cresce e puxa o preço de venda para baixo. Então mantenha o total por perto como a entrada para ler a noção de escala e a direção da entrada — a direção do vento, em outras palavras. Como ordem: capte o grande fluxo com o total, e decida as questões da sua própria fazenda vertical com os números do seu próprio bloco — essa postura em dois estágios. Os números e as notícias do setor não são, em si, a sua resposta; use-os para ler para que lado vão oscilar, daqui para frente, as premissas em que você apoia a sua resposta. Posicione-se assim e dá para evitar ser sacudido, item por item, por notícias de saída e pelo tamanho do mercado. Como de fato montar os números do seu bloco e como discernir preço de venda e escala — os movimentos práticos são tratados em detalhe nas "172 dicas".

A realidade da fazenda vertical que dá lucro

Na leitura dos números, eu disse "decida no seu próprio bloco". Então, as fazendas verticais que de fato estão dando lucro naquele bloco — o que elas têm de diferente? Só vimos histórias de vermelho, mas, naquele mesmo setor, há, sim, fazendas verticais que ganham dinheiro. Se você transformar isso numa caça a um padrão de vitória — "faça como aquela empresa e você ganha" —, normalmente vai acabar com o tapete puxado debaixo dos pés. A realidade das fazendas verticais que ganham dinheiro está num lugar um pouco mais simples, e um pouco mais honesto.

Um caso de sucesso não é um "padrão de vitória" mas um "conjunto de condições". Quando você ouve de um colega operador "entramos no azul com alface", dá vontade de saber como — "como é que vocês fizeram?" A pessoa fala em detalhe sobre rendimento e canais de vendas. Mas quanto mais você ouve, menos parece que daria para copiar no seu próprio lugar do jeito que está. A localização é diferente, as condições do custo de energia elétrica são diferentes. Essa sensação de "quanto mais ouço, menos parece reproduzível" é a reação mais honesta.

Um caso de sucesso de fazenda vertical não é um padrão de vitória copiável, e sim um **"conjunto de condições" que só funciona quando localização, fonte de energia, canal de vendas e cultura calham de se encaixar**. Por isso, se mesmo uma única condição diferir, a mesma forma de fazer dá um resultado diferente. Não há má-fé em quem conta. A localização foi abençoada com clima e terra, havia por perto um canal de vendas que escoava o produto de forma constante — essas "premissas que já estavam dadas" são, para essa pessoa, óbvias demais para serem mencionadas, e por isso somem da história de sucesso sem deixar rastro.

Essas quatro não são um quadro completo, que pretenda cobrir todas as condições para o sucesso. São a primeira régua para decompor um caso em "dá para copiar ou não". Localização e fonte de energia são condições decididas primeiro e imóveis; canal de vendas e cultura são condições que dá para recombina depois. Primeiro, desate o conjunto por essa linha. E o que você não pode esquecer é que há mais uma camada. Mesmo com as quatro condições dadas, se as pessoas que operam saírem, a qualidade desmorona. **Tanto o sucesso quanto o fracasso são o mesmo conjunto de condições, mais a força das equipes que o opera, vistos de um ângulo diferente.**

Os casos de fracasso são exatamente os que ensinam a condição que faltava

As fazendas verticais que saíram não se acumulam como casos. O que vem à tona são só as histórias de quem entrou no azul, e as fazendas verticais que sumiram tendem a ser despachadas com a frase única "foi um erro de gestão". Mas esse jeito de despachar é, no fundo, o mesmo que copiar um caso de sucesso por inteiro. Na história de sucesso, somem as "premissas que estavam dadas". Na história de fracasso, a "condição que faltava" é trocada pela frase única "um erro de gestão", e fica escondida atrás dela. Só a direção é que se inverte; é o mesmo buraco.

O custo de energia daquela região saiu maior do que o previsto, havia um único comprador e ele baixou o preço, a cultura escolhida não dava para produzir de forma estável na qualidade que o canal de vendas exigia — quando, na verdade, uma das quatro — localização, fonte de energia, canal de vendas ou cultura — simplesmente faltava desde o começo, você transforma tudo numa história sobre a capacidade de uma pessoa: "a decisão do presidente foi fraca". Faça isso e a pior lição de todas é o que sobra — "eu sou excelente, então vou me dar bem".

Dito isso, não dá para pender demais para o outro lado também. Há também colapsos em que as quatro condições estavam dadas, mas a pessoa que segurou o lançamento saiu e o rendimento caiu, ou uma doença entrou uma vez e o giro das prateleiras parou. Isso não é "faltava uma condição", e sim um fracasso em que "o lado que operava o conjunto desmoronou". Por isso, um caso de fracasso também se lê exatamente do mesmo jeito que um caso de sucesso. Qual das quatro faltou e o derrubou? Ou as quatro estavam dadas, mas o lado operacional desmoronou? Por mais difíceis de obter que sejam, os casos de fracasso são, na verdade, o material didático mais rico de todos.

Por trás do azul, há premissas que não são ditas

Outra coisa complicada é que, por trás dos números de lucro e rendimento ditos nos casos de sucesso, escondem-se premissas que nunca aparecem. Deixe eu levantar só três representativas. A primeira é a composição dos subsídios. É um azul alcançado nas vendas, ou um azul alcançado com um subsídio que cobriu alguma fatia do investimento inicial? A segunda é a densidade de pessoal. Se aquele azul carrega trabalho quase não remunerado do presidente ou da família, nunca lançado como custo de pessoal, ele desmorona no

instante em que uma única pessoa sai. A terceira são os termos do contrato do canal de vendas. Se o "eles escoam para a gente" não passa de uma promessa verbal renovada todo ano, então a condição chamada canal de vendas é bem mais frágil do que parece.

Essas são as partes que não dá para preencher sem perguntar direto aos envolvidos. O que o leitor pode fazer é ler a forma externa (localização, escala, cultura, se houve uso de subsídios) como fato, e deixar o conteúdo na forma de perguntas, com a etiqueta "isto é uma estimativa" colada. No instante em que você acha que pode cravar a causa da vitória ou da derrota só com informação pública, você já leu o caso errado. E as mesmas quatro colunas dá para traçar para a sua própria empresa também. Alinhe as premissas do caso com a localização, a fonte de energia, o canal de vendas e a cultura da sua própria empresa, um passo de cada vez. A pergunta deixa de ser "dá para copiar?" e vira um julgamento de aplicabilidade: "eu consigo reproduzir essa premissa na minha própria empresa?"

O conteúdo de "ganhar dinheiro" é aprofundado a partir daqui

Essa é a postura para ler fazendas verticais que ganham dinheiro. Então, para de fato ganhar dinheiro na sua própria fazenda vertical, por onde você começa a se mexer? Cada um desses passos vai além do alcance desta introdução do livro. Aqui vou listar só a porta de entrada para o raciocínio — e cada um deles é um tema que este livro não aprofunda, e que o volume complementar "172 dicas" trata um a um.

- **A lucratividade se decide mais a montante do que a jusante.** O lucro de uma fazenda vertical tende a escorrer para a camada de montante, que vende equipamento e know-how, mais do que para o cultivo em si.

- **A lucratividade muda conforme onde você a planta.** Equipamentos que mudam as próprias premissas de localização e escala, como o tipo contêiner, têm coisas para que servem e coisas para que não servem.

- **Um azul de um único ano e a recuperação acumulada são coisas diferentes.**

Mesmo que um certo ano feche no azul, quando você termina de recuperar o investimento inicial é uma história completamente à parte.

- **Entre os custos, há os que dá para cortar e os que não dá.** Onde, no investimento inicial, dá para cortar, e onde, se você cortar, vai sentir o baque mais tarde.

- **Consolide primeiro o canal de vendas.** Em vez de entrar pela cultura, decida primeiro o canal de vendas que escoar o produto de forma constante, e trabalhe de trás para frente até a cultura.

- **A força do tipo urbano não é a proximidade, mas a sustentação do preço unitário.**

O valor de produzir perto de uma cidade não está na curta distância de transporte, mas no preço pelo qual você consegue seguir vendendo.

Se eu dobrar a realidade das fazendas verticais que ganham dinheiro numa única linha, é: **não é a novidade do equipamento nem a escala, mas se você leu o conjunto de condições até o fim e se há um chão de fábrica que o opera.** E qual deles mexer — capte o panorama geral nesta introdução, e depois confira um por um na coleção de dicas.

Qual é a diferença decisiva do cultivo a céu aberto e do cultivo protegido?

Trouxe a conversa sobre lucratividade até aqui, mas por que a lucratividade tem essa estrutura fica claro quando você olha o que diferencia uma fazenda vertical das outras formas de agricultura. Enquanto você é novato, tende a pensar "são os mesmos vegetais que a gente produz, então o que se faz deve ser parecido também". Mas, na prática, difere desde a raiz. A diferença é fácil de organizar se você olhar por dois grandes eixos — **até onde você traz o ambiente para as próprias mãos e em que você se apoia para julgar.**

Controle ambiental: de deixar para a natureza, ao controle total

O primeiro eixo é quem decide o ambiente em que a cultura é cultivada.

- **cultivo a céu aberto:** depende das forças da natureza — chuva, vento, luz do sol.

Precisa de terra ampla, e ainda tem o trabalho pesado de preparar o solo e irrigar. Sofre fácil com o clima, nunca longe dos riscos de tufão e seca.

- **cultivo protegido:** numa estufa de filme plástico ou de vidro, protege a cultura do clima até certo ponto. Como dá para ajustar temperatura e umidade até certo ponto, a produção é mais estável do que a céu aberto. Em troca, há a construção e a manutenção da instalação, e os custos de combustível.

- **fazenda vertical:** cultivada num espaço interno fechado. Temperatura, umidade, luz, concentração de CO₂ e o resto são controlados artificialmente, montando um ambiente

ótimo para o crescimento. Sem sofrer com o clima, dá para produzir de forma estável o ano inteiro. Em troca, o investimento em equipamentos e o custo de energia elétrica sobem, e é preciso o conhecimento para lidar com eles.

Conforme você vai do cultivo a céu aberto para o cultivo protegido e a fazenda vertical, as partes que ficavam por conta da natureza passam, pouco a pouco, para as mãos humanas. A fazenda vertical, no extremo dessa linha, não toma a natureza emprestada: são as pessoas que criam o próprio ambiente. O que eu fiz por mais de dez anos foi justamente esse extremo — o mundo em que temperatura, luz e umidade são todos decididos por nós. Olhe o cultivo a céu aberto e o cultivo protegido de fora, e fica claro que, mesmo no mesmo "gerenciar o ambiente", você está lidando com algo completamente diferente.

A natureza do trabalho: de intuição e experiência, ao julgamento baseado em dados

O segundo eixo é pelo que você toca o trabalho do dia a dia. Quando muda a forma como você apreende o ambiente, muda também a capacidade exigida no chão de fábrica.

- **cultivo a céu aberto:** do preparo do solo à colheita, longos anos de experiência e intuição fazem a diferença. Há muito trabalho pesado, e a oscilação dos períodos de pico sazonal é grande.

- **cultivo protegido:** além da experiência de campo aberto, é preciso a tecnologia de controle ambiental dentro da instalação. A gestão de temperatura, ventilação e irrigação vira um acúmulo constante de observação e ajuste frequentes.

- **fazenda vertical:** a automação por controle de computador avançou, então há menos daquele trabalho pesado, meio de obra civil, do campo aberto. Mas continua muito trabalho manual — colheita, embalagem, transplante definitivo e por aí vai. O que passa para o centro é ler o estado do crescimento a partir dos dados, captar cedo os sinais fora do normal e agir. Para isso, são necessárias habilidades de análise e de TI, e passa a ser necessária também uma visão que vai do planejamento da produção à expedição.

O que não quero que você entenda errado aqui é o seguinte: isto não é uma história de que a intuição é dispensável numa fazenda vertical. O que os dados dizem é "o que aconteceu"; "por que ficou assim" e "como se mexer a seguir" são, no fim, o julgamento de uma pessoa que acompanhou os vegetais no chão de fábrica. Só quando há alguém capaz de reler os números do sensor mais moderno com os olhos do chão de fábrica é que a produção se torna

estável. A maior diferença para o cultivo a céu aberto e o cultivo protegido é, eu acho, não a presença ou ausência do equipamento em si, mas o fato de que **essa "capacidade de ir e vir entre dados e observação" vira o centro do dia a dia.**

Entendendo a distância entre pesquisa e o chão de fábrica

Quando digo "a capacidade de ir e vir entre dados e observação", você pode pensar: então dá para adquiri-la estudando por livros e artigos? Aqui é preciso um pouco de cuidado. A fazenda vertical é um trabalho próximo da ciência. Luz, climatização, solução nutritiva, controle ambiental. Pegue qualquer um deles e nenhum se sustenta sem o acúmulo da pesquisa. Por isso, enquanto você é novato, vem o impulso de estudar lendo livros especializados e artigos. Isso, em si, é uma coisa boa. Quando eu estava no chão de fábrica, também li um bocado de livros e artigos sobre tecnologia de cultivo, caçando qualquer dica que deixasse o chão de fábrica nem que fosse um pouquinho melhor.

Mas há uma coisa que quero que você saiba aqui. **O "ótimo" escrito num artigo não é o mesmo que o "ótimo" de um chão de fábrica que expede milhares de plantas todos os dias.**

Quando você tenta aplicar na prática um método de cultivo do jeito que está escrito, muitas vezes não encaixa direito. Os motivos são, em linhas gerais, três.

O primeiro é que falta o olhar do custo. Mesmo que diga "o rendimento subiu 20% sob essa condição", quanto custa reproduzir essa condição numa instalação comercial em geral não está escrito.

O segundo é a diferença de escala. Um experimento que lidou com algumas a algumas dezenas de plantas num laboratório, e um chão de fábrica gerenciando milhares de plantas, diferem completamente nas premissas. Não é raro um método que funcionou no teste em pequena escala parar de funcionar na hora em que você o amplia.

O terceiro é a diferença de ambiente. Um laboratório consegue acertar temperatura, umidade e luz com precisão, mas no chão de fábrica a capacidade da climatização tem limites, o ambiente fica irregular conforme a posição da prateleira, e ele sofre a influência do ar externo estação a estação. As "condições ótimas" do papel são difíceis de reproduzir numa fazenda vertical de verdade.

Isto não é uma história de que os pesquisadores estão errados. Um artigo vive num mundo julgado por "é academicamente novo", e "dá para usar no chão de fábrica" nem sequer está, na maioria dos casos, dentro do escopo de avaliação. Por isso, é inevitável que surja pesquisa cientificamente valiosa, mas difícil de usar no chão de fábrica. É um problema de estrutura.

Então estudar é perda de tempo? Não é. Só leia sabendo que existe uma distância. **A pesquisa te atrapalha se você a traz do jeito que está, e te deixa para trás se você a ignora.** O jeito certo de conviver com ela está no meio. Leia, teste em pequena escala no seu próprio chão de fábrica, e guarde à mão só o que funciona de forma confiável. Um único livro mudando o chão de fábrica da noite para o dia é coisa que quase nunca acontece. Você faz tentativa e erro ao longo de anos, e, no fim, o que sobra é aquilo que dá para chamar de "isto funciona". Quase tudo de que eu posso falar ainda hoje é o que forjei desse jeito, no chão de fábrica.

Enquanto você é novato, basta saber que "o que você leu não é necessariamente utilizável no chão de fábrica do jeito que está". Leia e decifre, teste, torne aquilo seu. Essa capacidade vira, no longo prazo, a diferença no chão de fábrica.

Os 3 papéis do gestor de fazenda vertical

A lucratividade que vimos até aqui, e a distância da pesquisa também, só tomam forma quando, no fim, há uma pessoa que junta tudo isso e toca o chão de fábrica. Deixe eu deixar esse papel claro por último. Os papéis exigidos de um gestor de fazenda vertical se dividem, em linhas gerais, em 3. "Proteger a qualidade estável", "unir a equipe" e "garantir a receita". Primeiro, com base nesses 3, capte que tipo de trabalho você vai carregar daqui para frente.

1. Proteger a produção estável e a qualidade

Numa fazenda vertical, cada elemento ambiental — temperatura, umidade, luz, concentração de CO₂ e o resto — é gerenciado por mãos humanas. Como eles se influenciam uns aos outros, mexer num repercute nos demais. Seguir expedindo vegetais de qualidade estável todos os dias dentro daquele ambiente complexo — este é o papel mais básico do gestor.

Numa fazenda vertical recém-inaugurada, este era, acima de tudo, o trabalho que ganhava respeito. A pessoa que conseguia "só fazê-los crescer sem deixar morrer" era em quem se

confiava. Mas nos chãos de fábrica de PFAL de folhosa que eu vi, a tecnologia de fazê-los crescer sem deixar morrer juntou um arsenal e tanto de ferramentas, e hoje dá para colher sem depender da habilidade pessoal tanto quanto antes. Por isso, esse papel segue rodando, sempre, como base; mas, uma vez que a fazenda vertical entra no ritmo, o centro de gravidade do gestor se desloca, pouco a pouco, para o próximo papel.

2. Unir a equipe

Uma fazenda vertical não funciona com uma pessoa só. A maior parte do trabalho do dia a dia anda pelas mãos dos funcionários do chão de fábrica. Extrair a capacidade de cada funcionário e manter o trabalho diário rodando é tarefa do gestor. Isso inclui passar aos funcionários o conhecimento de controle ambiental e de cultivo, e aumentar o número de pessoas capazes de julgar por conta própria.

Conforme as pessoas aumentam, esse papel de repente pesa. Em vez de cultivar você mesmo, não tem jeito senão migrar para o lado que organiza "como as pessoas crescem". Na grande fábrica cujo lançamento eu acompanhei, os funcionários do chão de fábrica chegaram à casa das 100 pessoas, e fazer com que boa e má qualidade pudessem ser julgadas por todos de forma alinhada virou, em si, um grande desafio. Não a intuição de uma pessoa, mas reunir os macetes espalhados pelo chão de fábrica numa forma que permaneça mesmo depois de alguém sair. Quanto mais uma pessoa carrega a experiência como intuição bruta, mais ela se vê às voltas com a questão de conseguir ou não traduzir aquilo em palavras e repassar.

3. Garantir a receita

Elaborar o planejamento da produção, gerir custos, trabalhar a estratégia de vendas. Ler as necessidades do mercado, seguir encarando novos desafios. Uma fazenda vertical não se sustenta só com sonhos e ideais. Se você não garante a receita, o chão de fábrica também não se sustenta.

Aqui vai algo que quero dizer com honestidade. O que decide o tamanho do próprio lucro e prejuízo está, em geral, fora das mãos do gestor. Em que escala você consegue produzir, quanto consegue colher, a que preço vende, onde vende — essas quatro já fixam a forma aproximada da lucratividade. Preços unitários como o custo de energia elétrica, e a troca de equipamentos, também não estão a critério exclusivo do gestor. Então o gestor é impotente?

Não exatamente — dentro do quadro fixado de fora, há partes que dá para mexer pelo jeito de organizar a operação do dia a dia. Reduza a quantidade que você descarta, aumente a parcela que atende ao padrão e vende pelo preço adequado, eleve a habilidade dos trabalhadores. Sem tocar no equipamento, o jeito como lucro e prejuízo aparecem já muda ali mesmo. Os julgamentos um passo mais fundo — até onde apertar qual valor, onde vender, quando investir — eu deixo para os capítulos seguintes e para as "172 dicas"; mas, como entrada, guarde aqui pelo menos o olho para distinguir "a parte fixada de fora" e "a parte que dá para mexer pela operação".

O centro de gravidade dos papéis se move com o estágio da fazenda vertical

Esses 3 são menos uma lista paralela e mais algo em que, conforme o estágio da fazenda vertical, qual deles pesa mais vai se revezando. Na fase de lançamento, "fazê-los crescer até o fim de forma estável" é o que ganha respeito; uma vez no rumo, o centro de gravidade se desloca para "como apertar a lucratividade"; e, conforme as pessoas aumentam, pende para "como transmitir o conhecimento do chão de fábrica". Mesmo com o cargo sendo o mesmo, o conteúdo que você carrega vai, aos poucos, se substituindo. Isso é menos o crescimento da própria pessoa e mais algo perto de uma sequência: o lado da fazenda vertical coloca o próximo problema, e o conteúdo que responde a ele muda.

Dito isso, o que se move é a "ênfase"; não é que apareça algum papel que você possa largar de lado. Produção estável, formação de equipe e receita seguem rodando em cada estágio sem parar. Com a higiene, em especial, uma vez que pragas ou doenças aparecem, podem se espalhar pela fazenda vertical inteira, então a prevenção — impedir que se multipliquem e se espalhem — é sempre necessária.

O que eu quero que você, novato, capte é esse eixo do tempo. A habilidade exigida neste exato momento é só um instantâneo do estágio em que a fazenda vertical está agora. Não meça a sua própria experiência e os seus pontos fortes só pelo "papel atual"; leia-os por "qual papel vai pesar daqui a alguns anos". Olhe assim e, qualquer papel que você venha a carregar daqui para frente, você deve conseguir assumir sem se assustar.

Resumo do Capítulo 1

- Uma fazenda vertical é uma coisa diferente conforme seja do "tipo de aproveitamento solar" ou da "fazenda vertical completa". O que este livro trata é o mundo da fazenda

vertical completa, de folhosa.

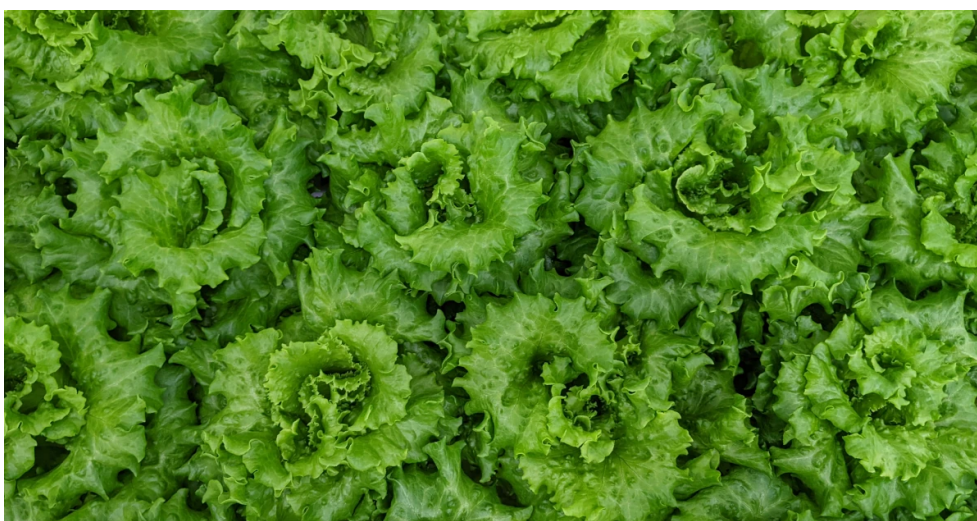
- Com o pano de fundo da preocupação com a segurança alimentar, ela está atraindo atenção renovada agora. Mas o cenário de lucratividade muda conforme onde e por quem é visto.
- Veja o vermelho não pelo sinal mas pela inclinação. O que move a lucratividade são os três fatores eletricidade, canais de vendas e força das equipes, e um desafio tem uma "camada de teto" e uma "camada de taxa de alcance".
- Os números e as notícias do setor, mesmo falando do "setor", não falam do "seu próprio bloco". Separe de novo por tipo e cultura, e use-os para ler a direção das premissas.
- As fazendas verticais que ganham dinheiro não são um padrão de vitória, mas um "conjunto de condições". Mais do que a novidade do equipamento ou a escala, o que conta é se você leu o conjunto até o fim e se há um chão de fábrica que o opera.
- Uma fazenda vertical difere na raiz da agricultura convencional, e "a capacidade de ir e vir entre dados e observação" vira o centro do dia a dia.
- Os papéis do gestor são os três — "produção estável", "formação de equipe" e "garantia de receita" —, e o seu centro de gravidade se move com o estágio da fazenda vertical.
- Os julgamentos um passo mais fundo, ligados diretamente à receita, vão para os capítulos seguintes e para as "172 dicas".

No próximo capítulo, vamos olhar os fundamentos da tecnologia de cultivo necessária no chão de fábrica.

Capítulo 2: Os Fundamentos do Manejo da Cultura

No capítulo anterior, vimos o panorama geral da fazenda vertical: como funciona, o que dá para fazer e o que torna tudo isso difícil. Agora vamos um passo além e entramos no conhecimento de que você precisa para cultivar vegetais de verdade. Escolher a cultura, dar luz, equilibrar água, ar e nutrientes, perceber os problemas e agir — vamos percorrer, em ordem, o que fazemos no chão de fábrica todos os dias. Cada um desses tópicos pode parecer independente, mas, na prática, todos estão conectados. Guarde isso no fundo da mente enquanto começamos pela primeira pergunta: o que cultivar.

Quais são os pontos-chave para escolher a cultura certa para uma fazenda vertical?



Como a fazenda vertical controla o ambiente de forma artificial, em teoria dá para cultivar quase qualquer coisa. Mas, na hora de realmente gerar lucro no chão de fábrica, as culturas que você consegue escolher de forma realista se reduzem bastante. De tudo o que achei estranho visitando uma fazenda atrás da outra, o mais estranho foi isto: mesmo quando duas fazendas cultivam a mesma alface, não é raro uma estar no azul e a outra no vermelho. O que decide, no fim das contas, se sobra lucro não é o nome do vegetal.

A "cultura lucrativa" não é decidida pela espécie

Pesquise "fazenda vertical vegetais lucrativos" e vai encontrar rankings sem fim: a alface é a melhor; não, são os morangos; não, os melões. Quanto mais você lê, mais cresce a sensação

de que a resposta certa está em algum lugar por aí. Mas não há garantia nenhuma de que essa resposta funcione no seu próprio local. Mesmo com a mesma alface, o lucro aparece ou some conforme onde você vende e como você opera.

Eu mesmo vi isso acontecer com alface várias vezes. Vendida em feiras diretas, girava de forma confiável; na hora em que tentei colocar o mesmo produto no atacado para alimentação empresarial, o preço unitário caiu, e eu vivia ocupado sem nada sobrar no bolso. O contrário também aconteceu: uma erva que eu produzia em pequenas quantidades, levada direto a um restaurante, acabou se revelando surpreendentemente lucrativa. Junte tudo isso e fica claro: o que é lucrativo não é a cultura em si, mas a cultura combinada com o lugar onde se vende.

Uma cultura lucrativa, portanto, não é uma lista fixa; é algo que se lê **a partir do produto de três fatores: o preço unitário do canal de venda, o tempo de ciclo e a dificuldade de cultivo**. A alface foi exatamente isso. Em feiras diretas dá para cobrar um preço unitário alto, então o giro rápido se converte direto em lucro. Empurrada para o atacado empresarial, o preço unitário cai, sobra só o giro, e nenhum lucro fica no bolso. Com o mesmo equipamento, é o canal de venda que decide o preço unitário e o giro, e sobre isso ainda pesa a mão de obra do cultivo. Então a pergunta não é "qual vegetal", e sim "dados os meus canais de venda, em qual cultura o preço unitário $\times$ o giro justifica a mão de obra do cultivo".

Na prática, as culturas com que uma fazenda vertical consegue ser rentável ficam num intervalo estreito: verduras de folha e ervas no centro, e hortaliças de fruto só nas condições certas. Culturas básicas como arroz, trigo e milho — embora sejam culturas centrais que respondem por cerca de 60% da energia alimentar mundial — são apontadas como sem nenhuma perspectiva de atingir o ponto de equilíbrio com os custos e tecnologias atuais. O que é lucrativo não é uma propriedade presa à cultura; depende de essa cultura conseguir, ou não, garantir um canal de venda que entregue preço unitário e giro.

A alface é comum porque "quebra menos catastroficamente"

Olhe em volta nas fazendas verticais reais e a maioria gira em torno da alface. Mesmo entre as verduras de folha é alface, alface, alface, com mal um dedo encostado em hortaliças de fruto. Não porque a alface seja a mais lucrativa, mas porque é a que melhor se encaixa no formato de fábrica. O que importa aqui é a "dificuldade de cultivo" da fórmula anterior.

A alface tem um período de crescimento curto e giro rápido, é baixa o bastante para empilhar em camadas, e o manejo de luz e solução nutritiva já está bem estabelecido. Em outras palavras, num ambiente fechado dá para operá-la com alta reprodutibilidade, dentro do planejado. Hortaliças de fruto não são assim. Tomate e morango exigem controle de polinização e pegamento de frutos, têm um período de crescimento longo e crescem altos. Para a mesma área de piso e a mesma conta de energia, a mão de obra de cultivo é muito mais pesada.

Há ainda outro lado da "dificuldade" que senti com força no chão de fábrica. A alface não desanda facilmente numa perda catastrófica de colheita, mesmo quando a temperatura ou a concentração da solução nutritiva está um pouco fora. A irregularidade de crescimento também é relativamente pequena, e o custo de aprendizado para chegar à qualidade de expedição é menor do que o de outras culturas. Isso importa quando você pensa no tipo de gente que entra no ramo das fazendas verticais. Nos locais que ajudei a abrir, eram muito comuns recém-chegados de outros setores — pessoas sem vivência prática da fisiologia das plantas, entrando com um investimento de capital grande. Nessa posição, "não podemos nos dar ao luxo de falhar" vem em primeiro lugar. Escolher a alface logo de cara — que não desanda mesmo quando a mão erra um pouco e tem baixo custo de aprendizado — foi uma decisão perfeitamente natural, voltada menos a maximizar o lucro do que a evitar a ruína.

Por isso, o cenário centrado em alface não é a resposta lucrativa; é o resultado de escolher a opção menos sujeita a desandar no formato de fábrica. Dito de outro jeito, para um produtor que dê conta da dificuldade das hortaliças de fruto, ou para quem tenha um canal de venda que funciona justamente por ser hortaliça de fruto, sobra espaço fora dessa fila uniforme. Tenha em mente que existe um motivo para o iniciante começar pela alface.

Por que arroz, trigo e raízes não estão nas prateleiras — $\text{área} \times \text{dias} \div \text{preço unitário}$
Por que, então, não se vê arroz, trigo, rabanete ou cenoura numa fazenda vertical? Não é porque não dê para cultivá-los. Tecnicamente, raízes e cereais crescem em fazendas verticais. E, ainda assim, quase nunca chegam ao mercado. O motivo está em outro lugar, que não no fato de dar ou não para cultivá-los.

Os custos de uma fazenda vertical dependem em grande parte de **área e tempo**. Iluminação e climatização são como um aluguel cobrado pelo tempo em que certa área de prateleira fica

ocupada, e o que importa é quantos dias essa área fica ocupada e quanta colheita sai dela. A alface é baixa, leve e gira em cerca de 30 a 40 dias. Raízes levam muitos meses para engrossar e têm preço unitário baixo em relação ao peso e ao volume. A cenoura precisa de cerca de 70 a 120 dias da semeadura à colheita. A mesma área fica ocupada por um mês num caso, e por três a quatro meses no outro. Só por aí já dá para imaginar como ficam diferentes as contas de "quanto se ganha por área por dia". As raízes, portanto, não ficam de fora porque a tecnologia não deu conta; elas são eliminadas em silêncio, ainda na planilha.

Com os cereais isso fica ainda mais evidente. Arroz, trigo e milho têm preço unitário baixo, período de crescimento longo, e são altos e difíceis de empilhar em camadas. Vão contra as condições favoráveis à fábrica nos três quesitos. Há uma estimativa reveladora: mesmo no melhor cenário de cultivo de trigo numa fazenda vertical na Suécia, só o custo de eletricidade foi estimado em cerca de US\$ 40.000 por tonelada — aproximadamente 100 vezes o preço mundial do trigo na época. Não é um problema de tecnologia de cultivo; a disputa já se encerra na conta. Você pode até querer esperar que a tecnologia acabe barateando tudo isso, mas, nos dados, quase não existe uma tendência setorial de ficar mais barato à medida que se produz mais.

As raízes esbarram em mais uma barreira antes mesmo de a rentabilidade entrar em pauta. Cenoura e rabanete mandam raízes grossas e retas para o fundo do solo, mas o equipamento predominante nas fazendas verticais de hoje é feito para verduras de folha — uma placa de isopor fina e solução nutritiva em circulação. O substrato não tem profundidade nem sustentação suficientes, e, quando a zona radicular se enche de solução, o oxigênio tende a faltar. Para quem projeta uma linha nova, as raízes caem primeiro na conta da rentabilidade, então a discussão nem chega ao equipamento; para quem já tem equipamento para verduras de folha e pensa "vamos cultivar raízes nas prateleiras vazias também", a raiz não cabe no equipamento antes mesmo de a rentabilidade aparecer. Qual barreira vem primeiro depende de onde você está. E, para dizer com honestidade a minha conclusão de chão de fábrica, ela chega ao óbvio: raiz cresce melhor é no solo.

Existem exceções, mas apenas quando as condições são atendidas

Mesmo as culturas que chamei de "inadequadas" têm exceções. Mas uma exceção só passa porque alguma condição foi atendida, e nem sempre dá para transferir essa condição inteira

para a própria cultura.

Uma vertente é a exceção que **lucra pelo giro**. Os microverdes (as folhas das mudas de vegetais) são rapidíssimos: só 7 a 14 dias da semeadura à colheita. Comparado aos 30 a 40 dias da alface, dá para girar a mesma área muito mais vezes por ano. O preço unitário por grama também é fácil de manter alto, e cresce o movimento de diferenciá-los como alimentos funcionais enriquecidos com nutrientes. Se você está construindo algo novo, vale muito a pena considerá-los. Mas encaixá-los direto numa fazenda de alface já existente não é simples. A rotina de colheita em prateleiras empilhadas em até dez camadas — seja puxando o substrato inteiro, seja com trabalhadores cortando nas camadas de cima — é completamente diferente da alface. Se for fazer a sério, o caminho realista é planejar equipamentos próprios de transporte e colheita já na fase de construção.

A outra é a exceção que **lucra pelo preço unitário**. Desde que o preço unitário por área por dia seja alto o bastante, até uma cultura de giro lento pode entrar na prateleira. Raízes de altíssimo valor, como o ginseng medicinal, e o wasabi são exemplos. O wasabi tem preço unitário alto, é escasso e também faz sucesso no exterior — colocar o nome na lista faz sentido até certo ponto. Mas aqui é preciso cuidado. Pela minha leitura, o preço unitário alto do wasabi não está ligado à cultura wasabi em si, mas a uma relação com o comprador: este produtor, desta região, entrega esta qualidade com regularidade. Os próprios compradores que pagam bem — restaurantes de alto padrão, sushiyas — já têm fornecedores firmados e não vão trocar facilmente por um produtor novo que nunca viram. Então, na hora em que um recém-chegado consegue cultivar wasabi, ele só tem a parte da cultura no motivo do preço alto; a relação, que é o crucial, ainda precisa ser construída do zero. E, como os compradores que pagam bem não absorvem volume, a conta que estima a receita anual a partir de "preço unitário × volume de expedição esperado" quase sempre erra. Conseguir cultivar e o negócio de fato funcionar são histórias diferentes.

Com o arroz é a mesma coisa: "impossível" não é impossível em todo lugar do mesmo jeito. Uma terra onde a eletricidade é absurdamente barata, um comprador próximo que paga bem, um canal de venda como matéria-prima farmacêutica que vende por várias vezes o preço normal — o quanto esses três se alinham muda totalmente o quadro. Os casos de cultivo de arroz em fábrica que deram certo no exterior costumam pressupor um lugar com escassez de água e eletricidade barata — o oposto do Japão, se tanto. O que parece ser uma história

sobre tecnologia muitas vezes é, no fundo, uma história sobre localização.

Primeiro, organize seus próprios canais de venda

Por onde começar, então? Não pela cultura. Rankings e histórias de sucesso ajudam como referência, mas não dá para convertê-los direto num projeto. As informações que circulam por aí pendem para as histórias que deram certo, e os dados sobre fazendas que encerraram as atividades quase não sobram. Aliás, dizem que boa parte das PFALs do Japão fechou em cerca de uma década. Por trás dos sucessos que aparecem, há um bom tanto de saídas das quais ninguém fala.

Por isso, a primeira coisa a pôr no papel não é um plano de cultivo, mas uma única linha de aritmética — e só. Tome a mesma área de prateleira como base, calcule "preço de venda estimado ÷ dias ocupados", use a alface como referência e alinhe os candidatos na mesma tabela, nas mesmas condições. Anote o tempo de ciclo, a dificuldade de cultivo, o rendimento e até a mão de obra de manter o canal de venda, e compare tudo pelo lucro anual por área. Esse é o seu primeiro movimento. A forma de organizar é pôr no centro as verduras de folha, de giro rápido e fáceis de planejar, e deixar hortaliças de fruto e nichos de preço unitário alto para um segundo momento. Hortaliças de fruto e wasabi têm folga no preço unitário, mas só se sustentam quando as condições se alinham, então a ordem realista é consolidar os números de base com verduras de folha primeiro e só depois acrescentar o resto.

A conversa sobre culturas novas é empolgante, e o que é possível cresce ano após ano. Mas isso só ganha vida entre as culturas que passaram pela porta da rentabilidade; pôr a conversa antes da porta é um atalho que dá errado. O que serve e o que não serve não se lê num ranking de culturas, mas naquele preço unitário do canal de venda × giro × dificuldade, e em quanto se ganha por área por dia. Mantenha só esse olhar e, da próxima vez que surgir uma cultura nova, você consegue começar pela primeira folha de papel sem entrar em pânico.

Dito isso, daqui para frente — qual cultura é rentável para qual canal de venda, como ir atrás de canais de venda de preço unitário alto, se vale o investimento migrar para hortaliças de fruto — já é uma discussão que entra no próprio design de rentabilidade. Neste livro fico na entrada do raciocínio e deixo os julgamentos mais profundos para «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

Definido o vegetal, vem em seguida como cultivá-lo. Os três pilares do cultivo de vegetais numa fazenda vertical são luz, água e ar — e começamos pela luz, o equipamento mais emblemático de uma fazenda vertical.

Aproveitamento da iluminação LED



O equipamento mais emblemático de uma fazenda vertical é a iluminação LED, enfileirada fila após fila. A agricultura convencional não tinha escolha a não ser depender da luz solar, mas, numa fazenda vertical, dá para criar artificialmente, com LEDs, o ambiente de luz ideal para o crescimento.

Três benefícios que a iluminação LED traz para uma fazenda vertical

1. A economia de energia reduz custos

A eletricidade é um custo que uma fazenda vertical não pode ignorar. Como a iluminação LED tem ótima eficiência energética, dá para esperar uma redução expressiva na conta de eletricidade.

2. A vida longa também facilita a manutenção

As lâmpadas fluorescentes precisam de troca periódica, custando dinheiro e trabalho toda vez. Os LEDs duram muito mais e reduzem a frequência de troca. Numa fazenda vertical que usa muita iluminação, essa diferença de custo é grande.

3. Dá para escolher a cor da luz conforme a planta

As plantas precisam de comprimentos de onda de luz (cores) diferentes conforme a espécie e o estágio de crescimento. Os LEDs vêm em muitos comprimentos de onda — vermelho, azul, branco e por aí vai —, então dá para escolher conforme a cultura que se está cultivando. As fazendas verticais convencionais usavam sobretudo a iluminação LED que combinava luz vermelha e azul, mas, nos últimos anos, os LEDs brancos, mais próximos da luz solar, também se difundiram.

Dicas de instalação e operação

Para extrair o efeito do LED, detalhes como a forma de instalar e o tempo de iluminação também contam.

- Cultivo em múltiplas camadas: para aproveitar bem o espaço limitado, o padrão é empilhar as estantes de cultivo em várias camadas — o "cultivo em múltiplas camadas".
- Ângulo e distância de iluminação: ajustando o ângulo do LED e a distância até a planta, dá para aumentar a eficiência fotossintética.
- Tempo de iluminação: as plantas crescem alternando um "período de luz", em que fazem fotossíntese, e um "período de escuro", em que respiram e translocam nutrientes.

"Mais brilhante nem sempre é melhor"

Quando se fala de LED, é natural pensar que, quanto mais forte a luz, melhor a planta cresce. Eu também pensava assim quando era novato. Deixe uma camada de prateleira bem brilhante e, sim, a colheita aumenta. O peso e a aparência melhoram. Parece mesmo que mais brilhante foi a escolha certa — até a fatura de eletricidade chegar no fim do mês. Você subiu a luz em 1,5×, mas o rendimento não chegou a 1,5×. Subtraia o custo de eletricidade a mais das vendas a mais e o que fica no bolso é, na verdade, mais magro do que antes. Meses assim começam a aparecer. Tocando eu mesmo a hidroponia de alface numa PFAL, vi muitos casos em que forçar mais a luz só deixou o lucro líquido mais magro.

O que você precisa conhecer aqui é o termo PPFD, que expressa a quantidade de luz. Basta pensar nisso como a quantidade de partículas de luz que chegam à folha. O ponto crucial é que a relação PPFD—rendimento não é proporcional. A partir de um nível fraco, ela sobe rápido no começo, mas, quanto mais você aumenta, menor o ganho de deixá-la ainda mais brilhante. O custo de eletricidade, por sua vez, sobe quase em linha reta com a luz. Então as

vendas a mais vão diminuindo aos poucos, enquanto o custo de eletricidade a mais sobe em linha reta. Em algum ponto, chega um momento em que o custo de eletricidade supera o retorno da luz adicional. É aí que se deve parar de reforçar a luz.

A parte difícil é que esse ponto de parada não se fixa num número único. Quando a eletricidade está barata, uma configuração forte parece bem vantajosa; à medida que o preço unitário sobe, a mesma configuração de repente fica pesada. Mesma prateleira, mesma variedade, mesma luz, e ainda assim, de um mês para o outro, "está certo" e "é exagero" se revezam. Por isso, decorar um único número de PPFD ótimo e pregá-lo na parede não é o jeito de lidar com isso. A luz é algo cujo ponto de parada se move junto com o custo de eletricidade — manter esse olhar é um tino que vale a pena adquirir enquanto você ainda é novato.

Entrar no manejo dinâmico, que recalcula o PPFD ótimo a partir do preço unitário de energia, e na escolha de luminárias pela eficiência luminosa, leva a um tema profundo e diretamente ligado ao lucro. Como fazer essa escolha é tratado em detalhe em «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

Luz

O LED é só uma ferramenta para produzir luz. O que de fato importa para a planta é que tipo de luz essa ferramenta entrega, com que intensidade e por quanto tempo — ou seja, o conteúdo da própria luz. Como a seção anterior tratou de equipamento, aqui recuamos um pouco e fixamos os fundamentos de como a planta recebe a luz. Não é nada difícil. A luz tem três reguladores — intensidade, cor e tempo — e o produto desses três decide a quantidade de luz do dia. Guarde isso e é o suficiente.

Intensidade — mais forte não é necessariamente melhor

Primeiro, a intensidade. A luz é essencial para o crescimento da planta, mas não é o caso simples de que, quanto mais forte, mais ela cresce. Acima de certo ponto, o ganho de fotossíntese estaciona, e, se você reforçar ainda mais, a folha se danifica e o saldo vira negativo. Numa PFAL, onde você compra a luz de volta com eletricidade, ainda há o problema de que a eletricidade gasta com luz além do necessário é puro desperdício.

Por isso, a regra básica é escolher os LEDs conforme a intensidade que a cultura pede.

Hortaliças de fruto, que formam frutos, querem luz forte, mas verduras de folha como a alface não precisam de luz tão forte. São baixas e crescem mesmo sob luz mais fraca. Esse é mais um motivo para as verduras de folha serem as preferidas numa fazenda vertical.

Cor — as plantas têm comprimentos de onda que conseguem aproveitar

Em seguida, a cor. A luz muda de cor conforme o comprimento de onda, e a planta dá a cada cor um uso diferente.

Em linhas gerais, a luz vermelha (cerca de 600 a 700 nm) é a mais eficaz para a fotossíntese e puxa o crescimento. A luz azul (400 a 500 nm) também é usada na fotossíntese e atua engrossando as folhas e firmando os caules. Diz-se que a luz verde (500 a 600 nm) é menos eficaz para a fotossíntese, mas penetra fundo na folha e acredita-se que também tenha papel na formação da planta. Por isso, as fazendas verticais mais antigas trabalhavam sobretudo com aquela luz roxa de cara bem "fazenda vertical", só de vermelho e azul, mas, nos últimos anos, cresceram as que incluem verde e LEDs brancos, mais próximos da luz solar.

Eu também usei muitos tipos de LED, e o crescimento me parece melhor sob os tipos com verde adicionado, ou próximos do branco, do que sob o tipo só de vermelho e azul. A impressão prática é que a cor, o brilho e a forma das folhas saem mais naturais. Distinguir quais cores misturar e como, para beneficiar uma dada cultura, é um tema profundo e diretamente ligado ao custo, então aqui deixo só a entrada: a cor tem usos diferentes.

Tempo — o tempo que fica claro e o tempo que fica escuro

O terceiro é o tempo. Não é o caso de simplesmente deixar a luz acesa o dia inteiro. As plantas crescem alternando um "período de luz", com a luz acesa, e um "período de escuro", com a luz apagada. No período de luz fabricam nutrientes pela fotossíntese e, no período de escuro, mandam esses nutrientes para o corpo todo a fim de crescer — um ritmo de ganhar de dia e ajustar de noite. Quantas horas por dia iluminar — esse desenho — chama-se fotoperíodo.

Numa PFAL, ao contrário do que ocorre sob o sol, é você que decide as horas de luz. É uma vantagem poderosa, mas também significa que você tem de decidir. Iluminar por mais tempo acumula mais tempo de fotossíntese, mas a conta de eletricidade sobe e, se o período de

escuro ficar curto demais, pode desestabilizar a planta. Surge, então, o julgamento de onde a configuração beneficia tanto a cultura quanto o resultado financeiro. Entrar no discernimento desse ponto ótimo leva ao design de rentabilidade, então neste livro fico no básico: é preciso tanto o tempo que fica claro quanto o tempo que fica escuro.

A quantidade de luz do dia — DLI, os três multiplicados

Por fim, só uma ideia que junta os três. Multiplique intensidade por tempo e você obtém a quantidade total de luz que a cultura recebeu num dia. Isso se chama DLI (integral de luz diária).

Não precisa complicar. Luz fraca, dada por muito tempo, ainda assim aumenta o total; luz forte, se for só por um instante, não aumenta o total. Quanta luz a planta recebeu num dia não se decide nem só pela luminosidade instantânea, nem só pelo tempo de acendimento, mas pelo produto dos dois — um ponto óbvio. A razão de "reforcei a luz, mas não cresceu tanto quanto eu esperava" ou "reduzi o tempo de iluminação, mas não caiu tanto" acontecerem no chão de fábrica costuma ser que olhamos, por reflexo, só para a intensidade, e não para o total do dia. Mantenha intensidade, cor e tempo como três reguladores separados e, no fim, leia pelo total do dia. Como fundamentos da luz, ter esse olhar à mão já basta para começar. Se a luz é uma história que se resolve por cima da planta, a próxima é uma história aos pés dela — a água em que as raízes estão mergulhadas. Numa fazenda vertical, essa água é a própria base do cultivo.

Sistema de hidroponia



Ao lado da iluminação, a marca registrada de uma fazenda vertical é a hidroponia. Em vez de solo, cultiva-se pondo as raízes direto em água e nutrientes. É graças a isso que dá para cultivar de forma rápida e uniforme, e é também a parte que exige mais cuidado diário no chão de fábrica.

Por que hidroponia numa fazenda vertical

Dispensar o solo compensa de várias formas. Sem solo, você não fica preso à localização — dá para cultivar até em cidades ou em terrenos de condições adversas. Como as raízes estão sempre em contato com água e nutrientes, o crescimento é rápido e o giro sobe. Reduz-se também o risco de pragas e doenças do solo, e você não fica refém da irrigação diária — basta controlar a concentração e o volume da solução nutritiva, que ela pode ser fornecida automaticamente.

Um ponto que costuma gerar confusão, já de saída. Dizem por aí que a hidroponia dificilmente desenvolve podridão radicular, mas isso é condicional. Enquanto o oxigênio dissolvido (DO) na água for mantido suficiente, as raízes absorvem oxigênio fresco e seguem saudáveis. Mas, se o oxigênio escasseia, a podridão radicular aparece mesmo na hidroponia. Em especial, à medida que a temperatura da água sobe, o oxigênio que consegue ficar dissolvido nela diminui. Por isso, guarde no fundo da mente: não é seguro por estar na água, é seguro porque o oxigênio é suficiente.

NFT e DFT — fluxo fino ou acúmulo profundo

Os dois mais usados em fazendas verticais são NFT e DFT.

O **NFT (técnica de filme nutritivo)** fixa as plantas num leito de cultivo inclinado e mantém, com uma bomba, um filme fino de solução nutritiva escorrendo por baixo delas. Como está em fluxo, o oxigênio chega com facilidade, e o volume de solução nutritiva usado é pequeno. A contrapartida é que, com tão pouca água, ele é facilmente afetado pelas condições externas e a temperatura da água muda num instante.

O **DFT (técnica de fluxo profundo)** acumula bastante solução nutritiva num canal de cultivo parecido com um tanque e faz as plantas flutuarem nele. Com um grande volume de água, resiste às variações de temperatura e é fácil de cultivar com estabilidade. A contrapartida é que o equipamento fica grande e o oxigênio tende a escapar perto do fundo.

Os dois pertencem à família de sistemas que circulam a solução nutritiva com bomba. Além deles, o DWC (cultivo em água profunda), que mergulha as raízes fundo na água, pode ser tratado, na prática, como parte da família DFT, por também acumular água. A aeroponia, que nebuliza as raízes, é a que tem oxigênio mais abundante, já que as raízes ficam expostas ao ar, mas, por não acumular água, é também a que seca mais rápido quando para. Ela serve para um conjunto restrito de locais, capazes de montar dispositivos de segurança bem completos para perceber o momento em que para.

Não é "qual é o melhor"

Ao montar algo novo, ou reconfigurar, a primeira coisa em que se esbarra costuma ser "NFT ou DFT?". Procure uma tabela comparativa e cada item tem um certo de um lado ou de outro, e os totais acabam quase empatados. Já vi muita gente travar nisso por dias. Deixe eu dizer com clareza: não existe superioridade absoluta no método em si. Observando alface por anos, quando fui atrás da causa de rendimento ou qualidade que oscilavam, quase sempre não era o método, mas o estado da água naquele dia. Podridão radicular no NFT não é culpa do método — é que o fluxo diminuiu e as pontas das raízes secaram. Enfraquecimento no DFT também não é culpa do método — é que a temperatura da água subiu e o oxigênio escapou. Qualquer que seja a escolha, no fim tudo se resume ao manejo de água que vem depois.

Então, como decidir o método? Dá para ser direto: decide-se pelas restrições que você tem em mãos. Se quer aguentar alguns minutos durante uma queda de energia ou uma falha, e quer o volume de água como esse colchão de segurança, vá de DFT. Se quer somar camadas de prateleira mantendo-as leves, e quer um encanamento simples, vá de NFT. É um intervalo decidido quase automaticamente pela escala e pela margem de risco que você tolera. Não é uma bifurcação para você se atormentar por dias. O tempo que gastaria se atormentando rende mais no manejo de água depois da escolha — paga muito melhor em rendimento.

Reversível ou irreversível — a linha que realmente importa na hidroponia

Entenda a diferença entre NFT e DFT por um único eixo e o manejo que vem depois fica muito mais fácil. Esse eixo é "reversível ou irreversível".

Algo que desvia mas que, uma vez percebido e corrigido, volta ao intervalo e deixa as raízes se recuperarem — esse tipo de coisa **reversível** se captura no lado das operações. O oxigênio do fundo do DFT caindo, a temperatura da água subindo — isso você vê no dia a dia e puxa de volta quando sai do lugar. É trabalho de gente e de registro.

Já quando o fluxo do NFT para e as pontas das raízes secam, esse ressecamento não volta. Uma ponta atingida uma vez não se recupera, nem que você restabeleça a água. Isso é **irreversível**. A inspeção visual diária sozinha não consegue barrar isso, então você faz uma máquina detectar a parada e disparar um alerta e, com energia de emergência ou uma bomba reserva, elimina o problema antes que ele aconteça. É um domínio que se resolve no lado do equipamento e dos dispositivos de segurança.

A linha se traça assim: **capture o reversível nas operações; não carregue o irreversível nas operações — elimine-o de antemão com equipamento e dispositivos de segurança**. O desvio reversível, que chega aos poucos, uma pessoa acompanha; a falha irreversível, que acontece de repente, as máquinas e os dispositivos de segurança barram.

Uma ressalva: reversível ou irreversível não é um rótulo colado ao método. Mesmo no NFT, se há um dispositivo que avisa na hora quando para, essa rapidez tira o medo. E, mesmo no DFT, se a temperatura alta da água no verão ou a estagnação ficam sem atenção, aquela água abundante vira água morna que não esfria, e as raízes apodrecem — a força de ter volume de água se volta contra você se ninguém estiver de olho. Logo, não dá para afirmar categoricamente que o DFT é seguro por ter volume de água. O que move o limite não é o atributo do método, mas a amplitude do desvio e por quanto tempo ele ficou sem correção.

Esse "depois da escolha, o que acompanhar no dia a dia e como" — em que ordem observar vazão, temperatura da água e oxigênio dissolvido, e onde traçar a linha entre bom e ruim — é o que de fato separa o rendimento. Isso é detalhado de forma concreta em «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

Quando a água fica visível, o que vem inseparável dela é o ar que preenche o espaço ao redor das raízes e das folhas. Temperatura, umidade, CO₂ e o vento que os transporta — daqui em diante passamos para o ar que envolve a planta.

Gestão de temperatura

A gestão de temperatura é um dos itens mais críticos e, em grande parte, decide o sucesso de uma fazenda vertical.

As plantas têm uma faixa de temperatura adequada ao crescimento. Saia dela e os sinais aparecem — crescimento mais lento, coloração pior das folhas e, nos casos ruins, morte. Em hortaliças de fruto, pode dar frutos malformados e, conforme o vigor cai, a resistência a pragas e doenças também enfraquece.

Temperaturas ótimas por cultura

Uma fazenda vertical sofre menos influência do ar externo e consegue manter a temperatura constante. Os alvos aproximados por cultura são mais ou menos estes.

- Hortaliças folhosas como a alface: preferem um ambiente relativamente fresco, em torno de 15–25°C
- Hortaliças de fruto como o tomate: preferem um ambiente quente, em torno de 20–30°C
- Ervas como o manjeriço: em torno de 20–25°C, embora algumas prefiram calor e outras aguentem bem o frio

A gestão de temperatura ajustada ao tipo de vegetal e ao seu estágio de crescimento é a base de uma produção estável.

O que você gerencia é o ar; ao que a planta responde é a folha

Aqui, deixe eu inserir uma distinção que vale ouro quando você empaca no chão de fábrica. O que configuramos e gerenciamos é a "temperatura do ar" da sala de cultivo. Mas ao que a planta de fato responde é a "temperatura da folha".

Normalmente, as duas batem mais ou menos, então a coisa funciona sem você distingui-las. A distinção entra em cena quando o crescimento não fica igual entre as prateleiras mesmo com a configuração sendo mantida certinha — quando, por exemplo, o crescimento difere entre a camada de cima e a de baixo do mesmo suporte. De início, você vai desconfiar de como o ar bate, ou da distância até o LED, mas há mais um fator: a camada de cima tende a acumular o calor da iluminação. Os LEDs até são ditos eficientes, mas uma boa parte da energia consumida sai como calor. Por isso, mesmo numa configuração de 25°C, as folhas da camada de cima, perto da iluminação, podem ficar mais quentes que o ar.

Por que a temperatura da folha importa mais? Porque tanto a fotossíntese quanto a respiração são reações enzimáticas, e o que define a velocidade delas não é o ar, e sim a temperatura da própria folha. Mesmo na mesma configuração de 25°C, se a folha da camada de cima está de fato a 27°C, então, para essa folha, a temperatura já não é 25°C. A configuração é uniforme, mas o crescimento é desigual — muitas vezes a coisa toma essa forma: o ar ficou uniforme, mas as folhas não.

O que a climatização move diretamente é o ar, então vira uma configuração em dois estágios: você observa os dois, com o ar como entrada e a folha como resultado. Aponte um termômetro de radiação para as folhas da camada de cima e da de baixo e meça de fato quantos graus elas diferem do ponto de ajuste do ar, e as manias de cada prateleira começam a aparecer em números. Aliás, essa diferença é grande de dia, quando a luz é forte, e pequena à noite, quando a iluminação está apagada.

Baixar a temperatura noturna é para "firmar"

Numa fazenda vertical dá para criar dia e noite artificialmente com a iluminação LED, então você pode orientar o crescimento usando a diferença de temperatura. Aqui "dia" é o período de luz (iluminação acesa) e "noite", o período de escuro (iluminação apagada), e a diferença de temperatura entre o período de luz e o período de escuro chama-se "DIF".

À noite, a iluminação está apagada, então a temperatura da folha e a do ar batem mais ou menos. Não há nada como o caso diurno, em que o calor da fonte de luz levanta só as folhas. O problema é que a gente acaba baixando essa temperatura noturna por uma vaga sensação de que "noite é para esfriar", sem que o motivo de baixar fique bem assentado.

Fica claro quando você pensa a partir de "para que serve a noite?". De dia, a planta absorve luz e faz açúcar pela fotossíntese; à noite, sem luz, não consegue fazer açúcar novo e respira com o açúcar que acumulou de dia. Essa respiração corre mais rápido quanto mais alta a temperatura, então esfriar a noite reduz esse consumo de açúcar durante a madrugada.

Um cuidado aqui: não confunda, de forma ingênua, "reduzir o consumo" com "o que sobra vira crescimento". Na prática, quanto mais frio você faz não é quanto mais cresce. Em hortaliças folhosas, costuma ser o contrário: mais quente (até certo intervalo) cresce melhor. Então, para que serve baixar a temperatura noturna? Menos para aumentar o rendimento do que como ajuste de qualidade: reduzir o estiolamento e firmar a planta. Se você não baixa a

temperatura noturna o suficiente, os caules tendem a se esticar e a forma desanda. Por isso, faz mais sentido prático tratar a temperatura noturna como uma alavanca que ajusta a firmeza do crescimento, e não como uma que garante a quantidade de crescimento.

E não é o caso de quanto mais baixa, melhor. Baixe demais e o estiolamento para, mas o ritmo de crescimento também entra na desaceleração. A temperatura noturna se acerta no equilíbrio entre firmar e crescer direito. Para a alface, em torno de 18°C à noite é um exemplo desse meio-termo.

O critério da configuração é, no fim, o estado da cultura

Em pleno verão, as temperaturas tendem a subir e a energia da climatização pesa muito. Você quer subir a configuração nem que seja 1°C para aliviar a carga, mas não dá para garantir o que isso vai fazer com o crescimento, então não mexe — esse é um impasse comum no chão de fábrica no verão. Na prática, esse 1°C atua em direções totalmente diferentes conforme você o suba de dia ou de noite, e quebrar a irregularidade de temperatura acaba virando trabalho do vento de qualquer jeito. O julgamento por trás de uma operação tão ativa é um tema à parte, então aqui fico na entrada do raciocínio: ar e folha são diferentes; a temperatura noturna é para firmar.

Na hora de acertar a temperatura da sala de cultivo, o critério do ponto de ajuste é, no fim, o estado da cultura. Em vez de seguir uma tabela de pontos de ajuste corretos, você lê — no seu próprio local — a diferença entre a temperatura da folha e a do ar, a diferença dia-noite, e a aparência das folhas e das raízes, e julga se está adequado. De nós, que definimos a temperatura, exige-se a capacidade de observar e ler corretamente o estado da planta. A conversa operacional mais profunda — como mexer nesse 1°C de dia e de noite, como avaliar a diferença folha-ar e a diferença dia-noite — é abordada em «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

Inseparável da temperatura está o quanto de água o ar contém — a umidade. À mesma temperatura, a condição das folhas muda completamente com a umidade.

Gestão de umidade

Ao lado da temperatura, a umidade é indispensável de gerenciar. As plantas liberam água pelas folhas por meio da chamada transpiração, e esse fluxo transporta a água e os

nutrientes absorvidos pelas raízes para o corpo todo. A umidade incide diretamente sobre essa transpiração.

Os 60% do higrômetro mudam de sentido com a temperatura

Numa fazenda vertical PFAL, a operação comum, imagino, é manter a temperatura da sala mais ou menos constante e ir desumidificando para conter a umidade que sobe da hidroponia. Você observa a umidade como um intervalo, mirando 60%, e, enquanto o higrômetro se mantém por ali, bem, provavelmente está tudo certo.

Mas você já passou por isso? Na mesma umidade de 60%, a cara das plantas é, de algum modo, diferente de um dia para o outro. As folhas têm viço em alguns dias, menos em outros. E, ainda assim, o número do higrômetro não mudou.

Provavelmente não é coisa da sua cabeça. Os 60% do higrômetro são uma porcentagem: de quanta água o ar consegue reter naquela temperatura, que fração está preenchida agora. Justamente por ser uma porcentagem, quando a temperatura muda, a capacidade que sobra para o ar ainda absorver muda mesmo a 60%. O ar quente consegue reter muito, então, mesmo a 60%, sobra bastante capacidade para absorver. Quando a temperatura da sala cai, o próprio tamanho do "tanque cheio" diminui, então, mesmo a 60%, sobra pouca capacidade para absorver.

Do ponto de vista da folha, essa capacidade que o ar ainda pode absorver é exatamente a força de tração com que a água pode ser liberada na transpiração. É o que se chama de **VPD (déficit de pressão de vapor)**. Num dia de temperatura de sala mais alta, as plantas pareciam bem porque a tração do ar estava atuando, a transpiração girava e os nutrientes seguiam esse fluxo até as pontas das folhas. O dia de "está 60%, mas hoje parece meio parágrafo" é o dia em que a temperatura da sala caiu, a tração enfraqueceu e, mesmo que a folha quisesse liberar água, não conseguia liberar tudo, então ficava um pouco congestionada por dentro — visto assim, costuma fazer sentido.

Em outras palavras, enquanto você pensava estar observando o higrômetro, o que de fato estava em jogo era a força de tração, que, por trás, se definia em conjunto com a temperatura. A porcentagem de umidade relativa é um corte transversal do resultado, algo diferente do eixo contínuo que a planta está sentindo.

Desumidificação e temperatura da sala movem uma mesma tração por lados diferentes

Quando você chega aqui, muda uma forma de ver. Você geria "temperatura da sala constante, umidade a 60%" como dois reguladores separados, mas, do ponto de vista da planta, desumidificação e temperatura da sala não são duas coisas separadas — elas movem o mesmo eixo único (essa força de tração) por lados diferentes. Baixe a umidade ou suba a temperatura e a capacidade que sobra para o ar absorver se amplia. Do ponto de vista da folha, as duas operações vão na direção de reforçar a tração.

Só que elas não são intercambiáveis. A temperatura move não só a tração, mas também o próprio metabolismo da planta — a velocidade de crescimento, a respiração — junto. A desumidificação mexe só na tração, deixando isso relativamente intocado. Atuam no mesmo eixo, mas o intervalo que arrastam é diferente. Por isso, se o objetivo é só o ponto de força de tração, normalmente você ajusta com a desumidificação, que não traz penduricalhos, e deixa a temperatura como margem final — essa é a ordem.

Deixe eu ser honesto e traçar um limite: o que confirmei na pele é só o intervalo das hortaliças folhosas numa PFAL. A estrutura geral de que desumidificação e temperatura atuam nesse único eixo se firmou para mim ali, mas qual VPD exato é melhor para operar deve mudar com a cultura e o estágio de crescimento, e isso eu não tenho como afirmar.

O VPD dá para ler com os dois instrumentos que você já tem

Quando o eixo de força de tração fica visível, você pode pensar: "então preciso de um instrumento novo?". A resposta é não. Como o VPD é uma quantidade definida por temperatura e umidade, os dois aparelhos da parede — um termômetro e um higrômetro — já deixam isso ao seu alcance. Seja consultando um gráfico, seja calculando com uma fórmula de conversão, o valor que sai é o mesmo. Mais do que uma máquina nova, é reler os dois números que você já tem como "tração", e não como "porcentagem".

Se falta algo, não é o instrumento, é o lugar onde a tração está. O termômetro e o higrômetro da parede costumam medir o ar no meio da sala. Mas a tração era sobre o que a planta — a folha — está sentindo. Quando as plantas ficam apinhadas e as folhas crescem densas, o ar dentro daquele emaranhado é diferente do de fora. Enfie a mão lá dentro e está meio abafado. Dentro da mesma sala convivem pontos de tração forte e de tração fraca. O ponto

único da sala mostra só a média deles.

Por que a gestão de umidade importa — a armadilha exclusiva de um espaço fechado

Uma fazenda vertical PFAL sofre menos influência do ar externo, mas, por ser um espaço fechado, a umidade tende a se acumular. No lado em que a tração enfraquece — ou seja, o lado em que a umidade está alta demais — há várias coisas que você quer barrar.

Primeiro, a **condensação**. A água que o ar já não consegue reter sai como gotas em paredes frias, equipamentos ou folhas. Um ponto onde a condensação se forma fácil vira morada de mofo, e gotas nas folhas também deixam os patógenos se multiplicarem. Pode levar ainda a curtos-circuitos e à corrosão de metais. Os próprios microrganismos estão em todo lugar e não dá para zerá-los. Por isso, o objetivo não é mantê-los do lado de fora, mas **não aumentá-los e não espalhá-los** — seja por condensação, seja por abafamento. Resume-se a não criar plantio denso com ventilação ruim, nem condições propensas à condensação por oscilações bruscas de temperatura da sala.

O lado da umidade alta demais é também a porta de entrada do **estiolamento**, em que a planta se estica para cima fina e comprida (o estiolamento é tratado na segunda metade deste capítulo). Em contrapartida, o lado da tração forte demais tem a sua própria armadilha, e essa é a história da queima das bordas, logo a seguir.

Distinguir da queima das bordas — o mesmo "secar das pontas", mas com causa oposta

O primeiro problema que o chão de fábrica encontra em torno da umidade costuma ser a **queima das bordas**, em que a ponta da folha murcha e fica ressecada. E não são as folhas velhas, mas a ponta da folha mais nova e vigorosa que é atingida.

À luz da conversa sobre tração, aqui é preciso uma distinção, porque a queima das bordas aparece tanto com a tração **fraca quanto forte**. Só pela cara do sintoma, não dá para dizer de qual lado veio o golpe.

No fundo, a causa é, em resumo, o cálcio não chegar à ponta da folha. O cálcio é transportado no fluxo de transpiração e, uma vez entregue, não sai de onde chegou — é um nutriente que se fixa. Por isso, a deficiência aparece primeiro na ponta da folha mais nova, que está mais distante e mais carente. O "mistério" de as folhas mais vigorosas serem as

atingidas é simplesmente que a demanda delas é a maior.

Além disso, os dois lados se separam em causas opostas.

- **O lado da tração fraca** (um ponto abafado no fundo do emaranhado) — o próprio fluxo não surge, então o cálcio não tem como ser transportado. É um congestionamento com a saída fechada.

- **O lado da tração forte demais** (um período em que o vento bate, tudo tende a secar e o crescimento está a todo vapor) — a folha como um todo está liberando água, mas o crescimento é ainda mais rápido, e o cálcio é consumido no corpo antes de o fluxo alcançar a ponta. O fluxo existe, mas a extremidade fica para trás — uma espécie de déficit de distribuição.

O resultado final, o cálcio não chegar, é o mesmo, mas se está congestionado ou mal distribuído, a causa é oposta. Por isso, ao fazer o primeiro palpite, em vez de ler só o sintoma, você observa junto onde ele apareceu e em que direção a tração estava fluindo naquele momento. Se aparece num dia em que a fila do fundo, onde o ar fica abafado, está em geral devagar, desconfie do lado fraco; se aparece durante um surto de crescimento, com o vento batendo, desconfie do lado forte — mais ou menos assim.

Repare que, por ser um problema de como o cálcio é distribuído, simplesmente concentrar mais o cálcio da solução nutritiva ainda assim não vai fazê-lo chegar às folhas jovens internas — tenha isso em mente. O fluxo de entrega importa mais do que a quantidade total. As contramedidas mais detalhadas contra a própria queima das bordas voltam a ser tratadas na segunda metade deste capítulo.

Um primeiro movimento que você pode fazer amanhã sem adicionar uma máquina

Se, depois de ler até aqui, você quer um primeiro movimento para fazer amanhã sem trazer máquina nova, eu começaria pondo a mão no lugar onde a tração parece mais fraca.

Não precisa de ferramenta nenhuma. Ponha a mão na fila do fundo, a mais densa e de aparência mais abafada. Está paradona e abafada em comparação com o lado de fora, ou o ar realmente está se movendo? Só isso já deixa você sentir na pele onde estão os pontos fracos da sala. Os números da parede só dão a média da sala, então vá achar com a mão os lugares que essa média deixou para trás. E, uma vez que você calcule o VPD a partir da temperatura e da umidade atuais, mais ou menos onde você está operando agora também

fica visível como número.

Achado o ponto, o próximo é o vento. Sem trazer máquina nova, tente mudar de leve a direção ou o arranjo dos ventiladores que já estão rodando, para ver se consegue empurrar o ar até essa profundidade. Se o abafamento se dissipar, a tração no ponto mais fraco chega mais perto da média da sala, e a irregularidade diminui.

Aliás, quando o verão chega, a pergunta "não dá para reduzir a conta de desumidificação?" sempre aparece. Afrouxar a desumidificação puxa para o lado em que a tração enfraquece. Afrouxe a sala inteira por igual e a primeira a reclamar não é a média, e sim a fila do fundo, a mais fraca. Por isso, antes de pensar "que fração cortar", primeiro reduza a irregularidade e levante o piso do ponto fraco — decidir afrouxar depois disso não é tarde. Discernir essa zona — a amplitude ótima de tração e o trade-off com o custo — vira uma discussão do tamanho de um livro se você aprofundar. O resto do raciocínio fica para «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

Uma última coisa. O que confirmei na pele é só o intervalo das hortaliças folhosas numa PFAL, e a conversa de hoje também é uma leitura dentro desse tino prático. Mude a cultura ou o equipamento e o jeito como os pontos fracos surgem, e como o vento atua, deve mudar também. Por isso, tome também esse movimento como um primeiro ponto de apoio para interrogar o seu próprio local, e não como a resposta.

Depois de temperatura e umidade, voltamo-nos para o próprio conteúdo do ar — o CO₂ que a planta usa como matéria-prima da fotossíntese. Aqui também, o que importa não é só quanto há, mas se chega à folha.

Uso do CO₂



As plantas absorvem CO₂ do ar na fotossíntese e fabricam nutrientes como açúcares para crescer. A concentração de CO₂ no ar comum é de cerca de 400 ppm, mas, numa fazenda vertical, aumentá-la promove a fotossíntese e acelera o crescimento. Como alvo aproximado para a concentração interna, é comum elevá-la até cerca de 1.000 ppm no fim (esses 1.000 ppm são a concentração-alvo final, não a quantidade a adicionar).

Aumentar a concentração costuma trazer efeitos como estes.

- Se a luz e a temperatura forem suficientes, a velocidade de crescimento sobe e o tempo até a colheita pode encurtar
- Se essas condições se alinharem, a colheita por área também pode aumentar
- A fotossíntese fica ativa e a planta cresce com vigor

Métodos para aumentar a concentração

O trabalho de aumentar a concentração de CO₂ chama-se "enriquecimento com CO₂". Há, basicamente, três formas de fornecê-lo.

1. Cilindros de gás CO₂: bons para instalações relativamente pequenas. Baratos de implantar, mas exigem troca de cilindros e espaço de armazenamento 2. CO₂ líquido: para instalações de médio a grande porte. Fornece grandes quantidades, mas o custo de implantação é alto 3. Geradores de CO₂ por combustão: queimam querosene ou gás natural para fazer CO₂. O custo de operação é relativamente baixo, mas, como calor, vapor d'água e gás de combustão saem junto com o CO₂, uma PFAL de tipo fechado tem de lidar com o calor residual, o aumento de umidade e o gás de combustão (as condições de uso diferem das de uma estufa)

Qual método escolher muda com escala, orçamento e cultura. Mas escolher o dispositivo é uma discussão que pressupõe que o CO₂ chega à folha, e isso é tratado mais adiante; qualquer que seja o método escolhido, se o CO₂ não puder ser transportado até a região ao redor da folha, o efeito é prejudicado igual. Para a comparação de custos e a escolha entre os métodos, basta manter a estrutura de raciocínio aqui e detalhar em «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

Para gerenciar a concentração em si, é comum combinar um sensor de CO₂ e um dispositivo de controle. O sensor mede a concentração interna em tempo real, e o dispositivo de controle ajusta o fornecimento automaticamente com base nesse valor.

O medidor marca 1.000, mas só a fila do fundo não cresce

É aqui que o chão de fábrica mais empaca.

Em muitos locais o CO₂ é operado como "manter a 1.000 ppm" e a climatização como "manter o ponto de ajuste" — pessoas diferentes, medidores diferentes. E, ainda assim, acontece de o medidor marcar 1.000 enquanto, dentro da mesma sala, só o crescimento da fila do fundo fica lento. De início, você acha que a fotossíntese chegou no platô, mas, olhando de perto, a fila perto da saída está bem; só a fila do fundo, onde o ar não se move, está lenta. Quando é assim, o problema é menos a quantidade de CO₂ do que se o ar está se movendo.

Por que isso acontece? Uma folha fazendo fotossíntese absorve o CO₂ bem rente à superfície e deixa ali uma fina camada parecida com um filme. Isso se chama "camada limite foliar". Se o ar aqui não se move, o que foi absorvido não é repostado, e a concentração só ao redor daquela folha fica baixa. A concentração ao redor da folha acaba sendo uma subtração: o quanto o ar repõe contra o que a folha absorveu. Por isso, mesmo que o medidor da sala marque 1.000 ppm, na superfície da folha na zona sem vento do fundo pode estar disponível, de fato, só uma quantidade menor. Soa familiar?

Numa PFAL fechada com hortaliças folhosas, em que a luz dos LEDs é constante, você não consegue explicar uma diferença de crescimento de fila em fila com "falta luz". O número do medidor é um valor em algum ponto único da sala, e o ar ao redor das folhas da fila do fundo não é necessariamente o mesmo. O problema é quanto está de fato chegando à região ao redor da folha, mas, enquanto você olha o medidor de ponto único, a unidade de enriquecimento com CO₂ e a climatização cada um por si, essa diferença não vai aparecer.

Concentração e fluxo de ar são problemas separados

O que vale a pena guardar aqui é que **a concentração de CO₂ e o fluxo de ar são problemas separados.**

Não importa quantas unidades de enriquecimento você acrescenta para empurrar a sala inteira a 1.200 ou 1.300 ppm: se não há movimento ao redor da folha, a camada limite continua fina e a fila do fundo continua lenta. Já a fila perto da saída troca ar mesmo com fluxo fraco, então o CO₂ chega direitinho até a 1.000 ppm. Em outras palavras, quanto chega não se decide pela quantidade que você bombeia, mas pelo método de enriquecimento e por como você move o ar. Antes de acrescentar quantidade, primeiro desconfie se está sendo transportado.

Além disso, o CO₂ não funciona indefinidamente quanto mais você adiciona. Há um teto para o CO₂ que a fotossíntese consegue usar e, numa PFAL com luz e temperatura constantes, acima de certa concentração o ganho de rendimento fica menor mesmo que você adicione. O que é fácil de confundir aqui é a diferença entre um estado "saturado e em platô" e um estado "não chega ao fundo, então parece em platô". Quando o transporte está, na verdade, só congestionado, se você presume que está saturado e acrescenta unidades de enriquecimento ou aumenta a concentração do cilindro, tudo o que sobra no fim do mês é a linha "a conta de CO₂ subiu, mas o rendimento não mudou". É o padrão que mais joga dinheiro fora.

O truque para distingui-los não é difícil. Corte uma tira leve de papel ou tecido, prenda na ponta de um palito e segure na altura da folha. Só pelo "balança lá na frente, pende imóvel no fundo", você vê com os próprios olhos que aqui o ar não está sendo transportado. E, num local onde você descobriu que o fundo está sem vento, redirecionar o vento para o fundo estagnado, ou pôr um pequeno ventilador de circulação, pode funcionar melhor do que adicionar mais CO₂. Como gerar o vento em si é tratado mais adiante, em "climatização e gestão do vento".

O CO₂ é um dos elementos básicos de uma fazenda vertical, ao lado de luz, água e temperatura. Por melhor que você arrume luz e temperatura, sem CO₂ a planta não cresce. Mas lembre-se: no enriquecimento, o que importa não é só qual número você define para a concentração da sala, mas se essa quantidade chega às folhas do fundo. Os pontos mais profundos — discernir a concentração ótima e julgar custo e retorno por método — são tratados em detalhe em «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

O "está chegando à folha?" que apareceu várias vezes com o CO₂ — esse transportador é o vento. Temperatura, umidade e CO₂ chegam todos à folha, no fim, pegando carona no fluxo do ar. Aqui, vamos olhar o próprio vento que transporta todos eles juntos.

Climatização e gestão do vento

Vimos temperatura, umidade e CO₂ e, embora pareçam ser geridos em separado por equipamentos separados, na verdade estão ligados por um único fio. Esse único fio é o fluxo de ar — o vento. Uma fazenda vertical sofre menos influência do ar externo, mas, por ser um espaço fechado, o ar tende a estagnar e, se deixado por conta, formam-se zonas mortas. Por melhor que você arrume temperatura, umidade e CO₂, não adianta nada se esse ar não estiver se movendo até onde a folha está. O vento é o transportador que entrega tudo isso junto à folha.

Os papéis que o vento cumpre

O vento cumpre, em linhas gerais, os seguintes papéis.

- **Levar CO₂ à folha:** mesmo que o medidor interno marque 1.000 ppm, isso é um valor em algum ponto único da sala. Onde o ar não se move, o que a folha absorveu não é reposto, e só a região ao redor da folha fica rarefeita. Há situações em que mover o ar funciona melhor do que aumentar a quantidade de enriquecimento.
- **Uniformizar a irregularidade de temperatura e umidade:** sob a influência da iluminação e da climatização, a temperatura e a umidade variam de lugar para lugar. As camadas de cima e de baixo de um suporte de múltiplas camadas, em especial, tendem a mostrar uma diferença de temperatura, e o vento a uniformiza.
- **Renovar o ar na superfície da folha:** a superfície da folha tem uma fina camada de ar chamada "camada limite foliar" e, se ela não se mover, a entrada e a saída de CO₂ e umidade ficam paradas. O vento move essa camada e ajuda a troca.
- **Não deixar a umidade se acumular:** num espaço fechado onde a umidade sobe fácil, levar embora o vapor d'água acumulado ao redor da folha também é trabalho do vento. Como os microrganismos estão sempre presentes, não deixá-los se acumular nem se espalhar funciona melhor do que tentar bloquear a entrada deles.

No vento, vale mais "como distribuir" do que "quantidade total"

Para gerar vento, usam-se principalmente ventiladores e a própria insuflação da climatização. A divisão de papéis é que os ventiladores trabalham ponto a ponto, enquanto a climatização faz o vento circular por toda a instalação.

O que vale lembrar aqui é que **vento mais forte não é melhor**. Aumente o volume de ar para chegar ao fundo e agora as folhas da frente secam demais ou ficam estressadas. Como tudo está ligado pelo único regulador de volume de ar, você levanta o fundo e a frente é que cai. O que realmente funciona é como você distribui, mais do que elevar o total. Por exemplo, ponha um pequeno ventilador de circulação só no fundo ou nos vãos entre prateleiras onde o ar tende a estagnar, e mexa só naquele ponto rarefeito. Assim, você evita aumentar todo o volume de ar.

Os fundamentos da distribuição também não são difíceis.

- Não ponha os ventiladores um de frente para o outro; arrume-os de modo que o vento faça um circuito na mesma direção por toda a instalação (quando os fluxos se anulam, as zonas mortas permanecem)
- Os cantos por onde o vento tem dificuldade de contornar são zonas mortas certas, então capriche neles
- Para uniformizar a diferença de temperatura entre as camadas de um suporte, use a direção vertical; para uniformizar um leito de cultivo largo, a horizontal — use a direção adequada ao serviço
- Não deixe o vento batendo direto nas folhas; faça-o passar por cima ou ao lado da planta (uma rajada direta e contínua danifica a folha)

Ache as zonas mortas pela temperatura e pela umidade

A climatização e a gestão do vento são simples uma vez que você domina os fundamentos. As áreas onde o ar estagna ficam visíveis se você medir temperatura ou umidade. Dentro da mesma sala, todo lugar em que só a fila do fundo está mais quente ou mais úmida é uma zona morta. Cole um pedaço leve de papel na ponta de um palito e segure na altura da folha, e a falta de vento fica visível — a frente balança enquanto o fundo pende. Achada a irregularidade, ajuste como o vento é aplicado para corrigi-la. Para a maioria dos casos, isso basta.

Mas, quando você chega ao ponto em que acrescentar ventiladores ainda não faz o vento circular, por causa de como as prateleiras foram montadas ou do formato da sala, você entra no domínio de redesenhar o próprio fluxo de ar por cálculo. Isso também vira uma grande decisão de investimento, então fique só na entrada do raciocínio; o design mais profundo é tratado em «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

Arrumados luz, água e ar, o último elemento é a nutrição. Na hidroponia, toda a nutrição de que a planta precisa é dissolvida na água e entregue pela sua mão. Primeiro vamos ver como lidar com o próprio fertilizante, que é a fonte dela.

Manejo de fertilizantes

Na hidroponia, dissolve-se fertilizante na água para fazer a solução nutritiva. Nesta seção, vemos como lidar com o próprio fertilizante. Como medir e renovar a solução nutritiva fica para a próxima seção; aqui ficamos no que misturar e como.

O que uma fazenda vertical exige do fertilizante

Há três premissas para escolher o fertilizante a usar numa fazenda vertical.

- Solubilidade em água: na hidroponia, o fertilizante chega à planta dissolvido em água, então tem de se dissolver bem e ser fácil de absorver
- Pureza: usar um fertilizante de alta pureza, com poucas impurezas, mantém estável o equilíbrio da solução nutritiva e reduz o risco de inibir o crescimento
- Ação rápida: como o objetivo é colher em pouco tempo, a forma de ação rápida, que a planta absorve na hora, é a mais adequada

Fertilizante simples e fertilizante mineral misto

Há dois tipos de fertilizante: "fertilizante simples" e "fertilizante mineral misto". O fertilizante simples contém só um nutriente específico, como nitrogênio, fosfato ou potássio. O fertilizante mineral misto é aquele em que os nutrientes necessários já vêm misturados.

Vantagens do fertilizante mineral misto

- Praticidade: com o necessário já misturado, você economiza a mão de obra de preparo e de gerenciamento

- Produtos sob medida: há produtos adaptados à cultura e ao estágio de crescimento, como para hortaliças folhosas ou para hortaliças de fruto

Vantagens do fertilizante simples

- Suplementação pontual: com base no resultado de uma análise da solução nutritiva, você pode repor só o nutriente que está faltando
- Misturas próprias: combine vários fertilizantes simples para fazer a sua própria mistura

Qual usar depende da sua linha de cultivo. Mas, no estágio em que você acabou de começar e ainda não sabe qual usar, recomendo começar com o fertilizante mineral misto. A mistura de fertilizante simples começa a fazer sentido quando você já está em operação.

"É barato, então vai de fertilizante simples" nem sempre é assim

O motivo de recorrer ao fertilizante simples costuma ser deixá-lo mais barato do que o fertilizante mineral misto comercial. O preço unitário da matéria-prima em si tende a cair. Mas, em troca, vêm junto, além do custo do fertilizante, o trabalho de misturar, a mão de obra de medir, o estoque de muitos tipos ao mesmo tempo e o desperdício do que não se usa por inteiro. Se você só faz uma pequena quantidade de vez em quando, a praticidade do fertilizante mineral misto pode sair ganhando. Se é mais barato depende da escala e da operação, e não se resolve só olhando o custo do fertilizante.

O verdadeiro valor do fertilizante simples não está no preço, mas na liberdade de mexer no conteúdo conforme a cultura e o estágio. O que vem fixo como um bloco no fertilizante mineral misto pode ser ajustado íon por íon. Se você precisa dessa liberdade é o que decide avançar ou não para o fertilizante simples.

EC igual não significa conteúdo igual

Aqui, deixe eu registrar uma coisa fácil de entender errado no chão de fábrica.

A concentração da solução nutritiva se mede com o EC (condutividade elétrica), mas o EC só enxerga o total de todos os íons dissolvidos. Mesmo que o total seja o mesmo, a proporção entre eles não aparece no medidor de EC. Se o nitrogênio está alto e o potássio baixo, ou o contrário, o medidor mostra o mesmo número.

Isso atrapalha no método de circulação, em que a solução nutritiva é reutilizada. Como a cultura não absorve os íons de maneira uniforme, se você circula com uma mistura fixa, o EC

pode se manter enquanto só íons específicos vão sumindo em silêncio. Os elementos traço, em especial — cloreto, ferro, manganês —, tendem a se esgotar primeiro, sem aparecer no movimento do EC. Quando dá aquele "o EC bate, mas o crescimento está meio ruim", essa distorção na proporção pode estar por trás. Por isso, reduza para um ou dois íons que não aparecem no EC e some fácil, e confira cada um de vez em quando — só isso já põe a mão, mais cedo, naquela queda que o EC sozinho não pega.

Separar o Tanque A e o Tanque B é para cálcio e fosfato/sulfato

Seja fertilizante mineral misto, seja simples, há um tipo que separa a solução-mãe em dois tanques (Solução A e Solução B). Não confunda o motivo de isso ser necessário.

A separação serve para impedir que cálcio e "fosfato/sulfato" se encontrem enquanto estão concentrados. O cálcio, presente em alta concentração ao lado de fosfato ou sulfato, forma um precipitado. O material branco que se acumula no fundo costuma ser esse fosfato de cálcio. Por isso, ponha o nitrato de cálcio num tanque e os tipos de fosfato e sulfato juntos no outro, e não misture as soluções-mãe diretamente. Depois de diluída, a concentração cai, então, na solução nutritiva final, cálcio e fosfato/sulfato convivem sem problema. O precipitado só assusta dentro da solução-mãe concentrada.

Repare que muita gente costuma dizer para "separar cálcio e magnésio", mas o que se deve separar é cálcio e fosfato/sulfato. E, como o precipitado se forma mais fácil quanto mais alta a temperatura da água (o fosfato de cálcio, na verdade, se dissolve menos quando aquecido), redobre o cuidado ao fazer a solução-mãe no verão.

A mistura começa "pelos íons", não "por um EC-alvo"

Então, como se decidem as quantidades cruciais da mistura?

Até pegar o jeito, a tendência é colocar a quantidade da tabela de mistura para o EC sair mais ou menos igual ao do ano anterior, bater no medidor de EC e dar por encerrado. Mas, como vimos antes, o EC não enxerga a proporção. O caminho certo é o inverso: defina primeiro a concentração-alvo de cada íon e calcule, de trás para frente, as quantidades de fertilizante simples a partir daí. O EC não é um alvo a bater logo de início, mas uma ferramenta para conferir no fim se algo desviou — essa é a ordem.

O truque aqui é alinhar pela reatividade dos íons, e não pelo peso, e é onde entra a unidade mEq/L (miliequivalentes por litro). Potássio monovalente e cálcio divalente diferem em reatividade em cerca do dobro mesmo com o mesmo peso. Dito isso, calcular tudo à mão toda vez não é realista no chão de fábrica. Na prática, você calcula com uma planilha ou uma ferramenta de formulação da solução nutritiva.

A mistura de fertilizantes é um dos trabalhos importantes de uma fazenda vertical. Exige tanto experiência quanto dados e, com o tempo, vira a sua própria habilidade de mistura. Para ajudar, também preparei uma planilha gratuita de formulação da solução nutritiva, a "SimpleFert", feita a partir da minha experiência de campo. Basta inserir as informações necessárias e ela calcula as quantidades da mistura.

O procedimento concreto de cálculo de trás para frente em mEq/L — por qual fertilizante simples começar, como descontar os íons que vêm junto, como ajustá-lo conforme o estágio de crescimento e a temperatura da água — entra na substância do design de mistura, então está reunido em «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais». Aqui, mantenha primeiro só esta postura: a tabela de mistura não é um valor fixo para decorar, mas um projeto para reconstruir quando as premissas mudam.

Dissolva fertilizante em água e você obtém a solução nutritiva. Medir e cuidar dessa solução nutritiva no dia a dia é o trabalho diário central da hidroponia.

Manejo da solução nutritiva



O que se obtém dissolvendo fertilizante em água é a solução nutritiva. Numa fazenda vertical, ela é a linha de vida que governa o crescimento da planta. A seção anterior tratou de como escolher o próprio fertilizante; aqui está a história de como gerenciar, dia a dia, a solução nutritiva em que você o dissolveu.

Nutrientes contidos na solução nutritiva

Na hidroponia, em vez de solo, usa-se uma solução nutritiva que mistura água e fertilizante. Os principais nutrientes que ela contém são estes.

- Nitrogênio (N): promove o crescimento de folhas e caules e é essencial para sintetizar proteína e clorofila. A falta amarela as folhas
- Fósforo (P): promove o desenvolvimento radicular e a formação de flores e frutos, e participa do metabolismo de energia. A falta piora o desenvolvimento das raízes
- Potássio (K): promove a fotossíntese e aumenta a resistência a doenças. Também participa da regulação da água dentro das células. A falta murcha as margens das folhas
- Cálcio (Ca): fortalece as paredes celulares e estabiliza o crescimento. A falta deforma as folhas novas ou apodrece as pontas dos frutos
- Magnésio (Mg): nutriente que compõe a clorofila, essencial para a fotossíntese. A falta amarela a área entre as nervuras das folhas
- Enxofre (S): nutriente que compõe a proteína, também envolvido na ativação de enzimas. A falta amarela as folhas em geral

Esses são chamados de macronutrientes, e a planta não cresce se algum deles faltar. Outros nutrientes, chamados micronutrientes, também são importantes, ainda que em pequena quantidade.

Os fundamentos do manejo da solução nutritiva: EC e pH

Dois indicadores especialmente importantes no manejo da solução nutritiva são o "EC" e o "pH". Primeiro, fixe esses dois.

EC (condutividade elétrica)

EC significa "Electrical Conductivity" e expressa a facilidade com que a eletricidade flui. Como a eletricidade flui melhor quando o fertilizante está dissolvido na água, olhar o EC diz, de forma indireta, a concentração de fertilizante dissolvido na solução nutritiva.

- EC alto: a solução nutritiva está concentrada
- EC baixo: a solução nutritiva está diluída

Se o EC estiver alto demais, a planta já não consegue absorver água e corre o risco de murchar. Baixo demais, e o crescimento para por falta de fertilizante. Ajustar o EC ao tipo de planta e ao estágio de crescimento é o ponto de partida do manejo da solução nutritiva.

pH (concentração de íons de hidrogênio)

O pH indica o grau de acidez ou alcalinidade da solução nutritiva. A maioria das culturas absorve nutrientes com mais eficiência em torno do pH levemente ácido de 5,5 a 6,5. Saia desse intervalo e surgem problemas como estes.

- Absorção de nutrientes prejudicada: os nutrientes da solução ficam mais difíceis de absorver
- Distúrbios de crescimento: o desenvolvimento radicular piora, ou a cor das folhas piora
- Absorção insuficiente de elementos traço: ferro, manganês e afins ficam mais difíceis de absorver, levando a crescimento ruim

Como o pH governa a própria solubilidade dos nutrientes, a regra básica é, primeiro, manter dentro desse intervalo. Mas o pH se move sozinho à medida que as raízes absorvem íons. Não é um valor que fica pronto depois de definido uma vez, e o quanto ele se move varia com a cultura e o substrato, então encare-o como algo a observar todo dia.

Fazendo a solução nutritiva

Para fazer a solução nutritiva, mistura-se água e fertilizante numa proporção adequada.

1. **Prepare a água:** usa-se água da torneira, de poço, filtrada e afins, mas a da torneira é o caso comum. Se for usar um fertilizante que contém nitrogênio amoniacal, remova o cloro residual deixando a água descansar ou com tiosulfato de sódio 2. **Prepare o fertilizante:** se usar fertilizante mineral misto, dissolva a quantidade certa em água conforme as instruções do produto. Para um sistema de circulação, um método eficiente é preparar uma solução-mãe a cerca de 100× a concentração da solução nutritiva final e diluí-la com um injetor ou dispositivo de dosagem automática (uma solução-mãe concentrada 100× antes da diluição, não uma "solução 100× diluída") 3. **Misture:** dissolva o fertilizante na água aos poucos, mexendo bem. Como o cálcio forma precipitado com fosfato e sulfato numa solução-mãe de

alta concentração, há um tipo que separa o tanque da solução-mãe em dois, A e B (na solução nutritiva final, já diluída, cálcio e fosfato/sulfato convivem) 4. **Ajuste de EC e pH:** meça com um medidor de EC e um de pH e ajuste se preciso. Se o EC estiver abaixo da meta, acrescente um concentrado nutritivo na diluição certa; se estiver alto, acrescente água para diluir. Para o pH, se estiver baixo, acrescente um agente de aumento de pH; se alto, um de redução de pH — sempre um pouco de cada vez

Gerenciando a solução nutritiva

Durante o cultivo, a solução nutritiva nunca fica num estado constante. O gerenciamento diário segue este fluxo.

1. **Medir:** meça o EC e o pH pelo menos uma vez por dia (reduza a frequência e você demora a captar as mudanças). Medir no mesmo horário todo dia facilita comparar as variações diárias. Em ambientes de grande escala, a medição manual tem seus limites 2. **Registrar:** registre sempre os valores medidos. Eles permitem acompanhar as mudanças e ajudam a rastrear a causa quando surge um problema. Um caderno ou uma planilha já serve 3.

Ajustar: se desviar da meta, ajuste. Como acrescentar agente de pH em grande quantidade de uma vez pode precipitar nutrientes do fertilizante, acrescente um pouco de cada vez 4.

Renovação da solução nutritiva: continue cultivando por um tempo e o equilíbrio de nutrientes se desfaz ou nutrientes desnecessários se acumulam. Faça periodicamente uma "renovação da solução nutritiva" para trocar a solução. A frequência depende da cultura e da estação, mas, em geral, uma vez a cada 2 a 3 meses serve de guia. Hortaliças folhosas de crescimento rápido consomem depressa, então aumente a frequência; no verão, os microrganismos ficam ativos e a degradação se acelera, então antecipe-a

A situação "não sei a causa, mas o crescimento simplesmente não vai bem" é comum. Com experiência dá para adivinhar a causa, mas, como iniciante, isso não é tão fácil. Nessas horas, fazer uma renovação da solução nutritiva no chute é uma opção. Poder recorrer a essa saída quando aperta é um dos pontos fortes da hidroponia

5. **Observar:** observe não só o EC e o pH, mas o estado da planta. Se houver mudança na cor, na forma ou no crescimento das folhas, pode haver um problema com a solução nutritiva

Como pensar a gestão de higiene

Limpe periodicamente o reservatório da solução nutritiva e o encanamento. Quando algas ou detritos se acumulam, os patógenos se multiplicam mais fácil.

Mas a higiene tende a pender para a entrada — como impedir os microrganismos de entrar —, enquanto o tino do chão de fábrica é um pouco diferente. Os microrganismos não dá para zerar, para começo de conversa, e estão em todo lugar. Por isso, o que importa é não aumentar os microrganismos e não espalhá-los. O mesmo vale para as algas: muita gente se preocupa com elas, mas elas aparecem de qualquer jeito. Têm cara ruim e são sujas, mas, em vez de mirar o zero, basta a postura de impedi-las de aumentar demais. Em vez de depender de higienização e ficar batendo nelas o tempo todo, manter a solução nutritiva num estado em que ela não estagna e circula normalmente é, no fim, mais estável.

Só bater não basta — o DO e a deriva da proporção

Esses são os fundamentos do manejo da solução nutritiva. Você passa o medidor toda manhã e tanto o EC quanto o pH estão na meta. Os números do relatório diário se alinham caprichados. E, ainda assim, algo está fora. Soa familiar?

Há muitos locais em que só bater os números já quase basta, mas, quando aparece um mal-estar inexplicável apesar de tudo bater, dois pontos passam fácil despercebidos. Um é o oxigênio dissolvido (DO); o outro é a deriva na "proporção" dos nutrientes.

O oxigênio dissolvido (DO) é um número de observar, não de bater

Mesmo gerenciando EC e pH lado a lado, o que você costuma observar são esses dois, e o DO acaba ficando para depois. A parte difícil é que o problema nem sempre vem com a cara de sempre. EC e pH na meta e, ainda assim, algo fora. Olhando para trás mais tarde, aquele período foi invariavelmente o em que a temperatura da água tinha subido, ou as raízes tinham aumentado e adensado, e o DO provavelmente tinha caído — vem nessa forma.

EC e pH só fazem sentido depois que as raízes conseguem, de fato, absorver os nutrientes. Essa absorção funciona com a respiração radicular, e a respiração precisa de oxigênio. Por isso, uma vez que o DO cai, por mais que você bata EC e pH na meta, o lado das raízes não dá conta de usar tudo. É um estado em que o tabuleiro está montado, mas as peças não se movem.

Além disso, o DO não é um valor que você empurra para uma meta a cada dia, como o EC ou o pH. Ele sai como resultado de condições como temperatura da água, massa radicular,

vazão e aeração. Os meios de mexer nele — o método de aeração, o ajuste da temperatura da água — costumam ser decididos também no lado do equipamento; não são reguladores que você gira no dia a dia do chão de fábrica. Por isso, o que dá para fazer quanto ao DO é, em vez de operar o próprio valor, confirmar se ele não está caindo e perceber de antemão qualquer tendência de piora. Encare-o como algo a observar para saber se cai abaixo de certo nível, não como algo a empurrar para uma meta única definida a cada dia.

No tempo em que operei com hortaliças folhosas numa PFAL, o meu guia do lado seguro tem sido não deixar o oxigênio dissolvido cair abaixo de 5 mg/L e, se possível, manter em torno de 8 mg/L. Mas isso não é um limiar absoluto que vale em todo lugar; é um guia para o limite inferior. Em vez de "mais alto é melhor", pense nisso como uma linha definida para não descer daqui. Ao registrar, em vez de anotar só o valor absoluto do DO num ponto único, é melhor registrar temperatura da água e DO como um par. Como o próprio teto de oxigênio que se dissolve na água cai à medida que a temperatura da água sobe, uma queda até o mesmo DO já não tem folga quando a temperatura da água está alta.

Uma coisa a ter em mente: EC e pH pareciam na meta durante o período do problema. Isso não é base para "então a solução nutritiva está bem". Se tanto, é o contrário: quando o DO escapa e a absorção emperra, o EC e o pH não consumidos parecem estáveis. Os números se assentando caprichados podem ser o avesso de não estarem sendo usados.

O EC só conta o total

Ao lado do DO, o que é fácil de ignorar é a própria natureza do EC. O EC junta a concentração geral num número só. Ele soma as concentrações de íons separados — nitrato, potássio, cálcio, magnésio — numa única condutividade. Por isso, mesmo que o total esteja na meta, as proporções internas não estão necessariamente na meta.

Além disso, essa proporção deriva sozinha, mesmo que você não mexa. As raízes não absorvem os íons por igual; conforme o estágio de crescimento e a cultura, alguns são bem absorvidos e outros ficam para trás. Por exemplo, num período em que o potássio é bem absorvido, mesmo que você traga o EC de volta à meta com solução de reposição, acaba acrescentando o potássio que se esgotou para fechar o total, enquanto os outros íons não absorvidos vão se acumulando aos poucos. O EC é o mesmo, mas o conteúdo deriva para algo diferente da solução que você fez no início. Quanto mais você reutiliza a solução num sistema de circulação, mais essa deriva se acumula.

Em outras palavras, "o EC bate, mas algo está fora" não é só impressão. No momento em que você arredonda tudo para o único número do EC, a informação da proporção é jogada fora. Dito isso, medir cada íon todo dia também não é realista. Em vez disso, continue usando o EC, assumindo-o como gestão da quantidade total, e, em cima disso, mantenha a premissa de que, mesmo quando o total bate, a proporção pode derivar. Depois, contenha a deriva da proporção pela operação — renovação periódica da solução nutritiva e refazê-la de antemão quando aparecem os sinais. Isso basta. Deixe eu listar alguns sinais que dão base para antecipá-la.

| Sinal | Detalhe | | --- | --- | | Instabilidade do EC | Passa a exigir ajuste frequente, ou oscila de forma inesperada | | Mudança súbita de pH | O pH volta a um valor anormal logo após o ajuste, ou oscila muito | | Cor ou cheiro da solução nutritiva | Turbidez, descoloração ou cheiro desagradável | | Crescimento estagnado | Os brotos novos crescem devagar, as folhas ficam pequenas, os caules finos | | Piora da condição radicular | Aparecem escurecimento, amolecimento ou morte das pontas das raízes | | Início de doença | Aumenta a podridão radicular ou a doença das folhas |

O mal-estar aparece não no mesmo dia, mas semanas depois

Seja o DO, seja a deriva da proporção, os dois compartilham uma característica: o colapso aparece não no mesmo dia, mas com atraso. Mesmo que os números de hoje estejam dentro do normal, esse colapso volta como rendimento ou classificação semanas depois. Por isso, releia o registro da solução nutritiva não só por "como estava hoje", mas com um olho em "houve uma semana em que desandou; e o que estava se mexendo do lado das condições naquele momento?" — só assim a coisa se conecta ao crescimento. Um passo além, projetar os registros como KPIs e o julgamento operacional mais profundo de reconstruir a deriva da proporção com fertilizante simples são tratados em detalhe em «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

O sabor se move com a operação, não com o método

A história do manejo da solução nutritiva se liga direto à história do "sabor". "Verdura de fábrica é aguada", "não tem textura, fica meio sem graça" — os vegetais cultivados em ambiente fechado carregam essa fama. E em geral se joga a culpa no tipo de instalação.

Mas, quanto mais a pessoa de fato cultiva e vende no chão de fábrica, mais ela sabe que a coisa não é tão simples. O sabor muda bastante com o tempo desde a colheita. Até a mesma planta tem doçura diferente entre um corte de manhã e um de tarde. Como você lida com ela logo antes da expedição também muda muito a textura. O próprio tipo de instalação gera uma diferença de sabor, mas a amplitude que a operação pode mover dentro do mesmo método também é grande.

Pegue a textura, por exemplo. Com alface hidropônica, simplesmente parar a adubação 2 a 4 dias antes da colheita reduz bastante o nitrato da folha, que é a fonte da textura crocante. E, se as condições estiverem boas, o rendimento mal cai nesse tempo. A gente costuma se preparar achando que "se você acerta o sabor, sacrifica a quantidade", mas, quanto à textura, há margem para mexer nela mantendo a quantidade. Para hortaliças folhosas e PFAL, o que se faz nos poucos dias antes da colheita é uma alavanca fácil de ler que move o sabor. Mas não vale para tudo; aperte demais o nitrogênio e outros custos aparecem, como a cor da folha ficando mais fraca.

O que importa aqui é que doçura, textura e aroma atingem o pico em condições diferentes. As condições em que o açúcar se acumula e as condições em que o nitrato fica mais baixo não são as mesmas. "A configuração que maximiza a quantidade" e "a configuração que maximiza a doçura" também ficam em posições diferentes no mesmo regulador. Por isso, a menos que você estreite o objetivo a um só, cada regulador para numa posição pela metade. Um vegetal cultivado sem decidir o objetivo desemboca num sabor sem caráter e fraco — não porque a pessoa foi gananciosa, mas porque, sem um eixo, cada passo acaba ficando pela metade. A verdadeira natureza da "verdura de fábrica aguada" é, mais do que o método, a falta desse objetivo.

Por isso, a primeira coisa a fazer não é sair mexendo de cara em luz ou fertilizante. É aprender o que a sua variedade e a sua instalação conseguem produzir e o que não conseguem. O aroma, em especial, tende a ser limitado pelo teto que a variedade já tem por natureza; por mais que você aperte a operação, uma variedade que não tem cheiro não vai cheirar com facilidade. Nas primeiras colheitas, não fique oscilando o objetivo — cultive simplesmente nas mesmas condições e prove como está, e a natureza se revela: esta variedade, de saída, não tem cheiro; a doçura se acumula com facilidade. Só depois de saber qual eixo dá para mover é que você pode escolher qual levantar.

Repare que a conversa diretamente ligada ao lucro — qual sabor, se for o alvo, se converte em preço unitário, com que tipo de canal de venda parceiro, e em que condições um prêmio de sabor se sustenta — é tratada a fundo em «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

Mais precisão com dados

Use dados e a precisão do manejo da solução nutritiva sobe ainda mais.

- Registros de cultivo: registre EC, pH, temperatura da água, tipo e quantidade de fertilizante e estado de crescimento para entender a relação entre o estado da solução e o crescimento
- Análise da solução nutritiva: encomende a uma instituição especializada e dá para conhecer com precisão a concentração de cada nutriente na solução. Ajuste a mistura com base nos resultados da análise para um manejo mais adequado
- Uso de dados ambientais: relacione dados ambientais como temperatura, umidade e concentração de CO₂ ao EC, ao pH e ao estado de crescimento, e analise tudo — assim, a precisão do controle ambiental e do manejo da solução nutritiva sobe

Enquanto você encarar a solução nutritiva como um número que se bate no medidor todo dia, se anota no relatório diário e acabou, ela continua sendo "trabalho de bater número". Mas, no momento em que você muda o olhar para "aquela forma de bater aparece na colheita semanas depois", o manejo da solução nutritiva vira uma pista para ler o crescimento. Experimente reler o registro desta semana uma vez com esse olhar.

Até aqui, os fundamentos do cultivo — luz, água, ar e nutrição — já estão mais ou menos no lugar. Mesmo com os fundamentos em pé, problemas de crescimento aparecem no chão de fábrica. Por fim, vamos olhar os dois que o iniciante encontra mais cedo — a queima das bordas e o estiolamento.

Queima das bordas



"A alface vinha crescendo bem e, logo antes da colheita, as pontas das folhas começaram a crispar e amarronzar." Quem cultiva hortaliças folhosas numa fazenda vertical não escapa da queima das bordas, um distúrbio de crescimento. Eu também fiquei atormentado com isso por muito tempo.

O que é a queima das bordas

É um distúrbio fisiológico em que as pontas ou as margens das folhas murcham e ficam marrons. No início, a ponta apenas descolore um pouco, mas, conforme avança, a parte murcha se espalha. Na alface, aparece sobretudo nas folhas jovens internas, perto do miolo da cabeça. As folhas externas grandes seguem nítidas e saudáveis, mas só as margens das folhinhas do centro crispam e murcham. Quando a ponta da folha parece "estar ficando meio escura", pode ser um sinal.

Dizem que é "deficiência de cálcio", mas

No chão de fábrica, a primeira coisa que se diz é "deficiência de cálcio". Aí se adiciona Ca. Mas o problema volta. Se isso bate com a sua experiência, a causa está em outro lugar.

Na minha experiência, os casos em que a própria concentração de cálcio na solução está baixa não são, na verdade, tão frequentes. Na maioria das vezes, o Ca é suficiente. E o sintoma aparece mesmo assim. Em outras palavras, a queima das bordas não é tanto a **quantidade total** de Ca estar baixa, e sim o Ca **não chegar** às folhas internas — não é um problema de quantidade, mas de como ele é distribuído dentro da planta.

Por isso, ir empilhando cada vez mais fertilizante de Ca, no estilo "se está baixo, é só pôr mais", costuma ser contraproducente. Por mais que você concentre a solução, se o destino está enviesado, ele não chega ao miolo. Pelo contrário, o EC sobe, ou ele passa a competir com outros íons, e isso convida novas perturbações.

Por que a "distribuição" desmorona

O Ca é transportado junto com a água, fluindo pelo xilema da planta. E a água é puxada para onde a transpiração é mais alta.

O que está em jogo aqui é a diferença entre prateleiras. Quanto mais forte a prateleira, com a luz bem aplicada, mais vigorosamente as folhas externas grandes transpiram. Então o Ca é puxado cada vez mais para essas folhas externas. Enquanto isso, as folhas jovens do miolo ainda transpiram fraco, a umidade dentro da planta é alta e o ar não se move com facilidade. O próprio fluxo de água é fino, então o Ca não chega. Murcha justamente o centro da prateleira mais forte — a mais vigorosa, a que você mais quer colher: o mecanismo está exatamente aí.

Aparecer mais facilmente quanto mais forte você empurra o crescimento é pela mesma razão. Quanto mais rápido cresce, mais as folhas jovens internas seguem se multiplicando, e folhas novas surgem tão depressa quanto a distribuição consegue alcançar. A chegada ao miolo não acompanha a velocidade do crescimento. "Rápido e grande" e "garantido até o miolo", quando levados ao limite, não apontam na mesma direção. Essa é mais uma dificuldade de combater a queima das bordas.

As palavras-chave são "transpiração" e "velocidade de crescimento"

As duas entradas para a contramedida são estas.

- **Transpiração:** umidade alta demais suprime a transpiração e ainda reduz a atividade das raízes. Baixa demais, ao contrário, e a água é puxada só para as folhas externas, ressecando o miolo. A umidade está profundamente ligada à queima das bordas, então cuide dela com atenção aqui (veja também a seção de gestão de umidade).

- **Velocidade de crescimento:** se um crescimento rápido demais está piorando o sintoma, reveja na direção de **reduzir** luz, temperatura e CO₂ — ou seja, desacelerar um pouco o crescimento (acelerar piora, então aqui você reduz, não aumenta).

Como o vento é aplicado também entra na conta. Faça um fluxo de ar estável correr na horizontal, de forma uniforme, ao longo da prateleira, e a distribuição até o miolo muda. Já um vento forte e desordenado, que só resseca as margens das folhas externas, faz mal. Mesmo sendo o mesmo "vento" — pense num fluxo de ar estável e uniforme e num vento forte e turbulento como coisas diferentes.

Como lidar com o que já apareceu

Por mais que você previna, o que tem de aparecer aparece.

Mesmo quando a queima das bordas surge, o efeito sobre o próprio sabor é limitado. Mas a aparência piora visivelmente. Como o vegetal é escolhido pela aparência, isso afeta a qualidade de expedição. Então você acaba pressionado a julgar se remove as plantas levemente afetadas ou se apara a parte danificada antes de expedir.

Só uma coisa aqui. Não tente, desesperado, remover até a menor queima das bordas. Arranque folhas sem pensar e a podridão pode avançar a partir do ferimento. Em vez de correr atrás de tudo o que aparece, discirna se está num nível que afeta a qualidade de expedição e intervenha só ali. No balanço geral, isso compensa.

Veja a distribuição como um único fio

Há diferenças de tolerância entre variedades. Os tipos de folha mais aberta deixam a água circular até o interior com mais facilidade, e as variedades cujo crescimento não dispara demoram mais a desandar na distribuição. Mas isso é só um ajuste que afrouxa um pouco o sistema todo, que está interligado; empurre demais e até uma variedade forte desanda como de costume. A história não se fecha na variedade.

Do mesmo modo, mexa num único fator — "é só baixar a umidade", "é só reforçar o vento" — e o ônus se transfere para outro fator. Baixe só a umidade e o miolo resseca ainda mais; reforce só o vento e as margens das folhas externas se danificam. A queima das bordas é um sintoma que surge com luz, velocidade de crescimento, fluxo de ar, transpiração, zona radicular e solução nutritiva, tudo interligado. Não atacar nenhum deles isolado, e sim ver o conjunto como um único fio, é o que menos se enrosca.

Diante de uma planta afetada, o que desconfiar e em que ordem. Como modular o ambiente de acabamento, já estreitado, nos poucos dias antes da colheita. Como distinguir se é um

problema de fluxo ou se o Ca da solução está mesmo chegando ao fundo. Os detalhes daqui são pontos de discernimento diretamente ligados ao lucro, então estão reunidos na próxima coletânea de dicas.

«172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais»

Se a queima das bordas foi uma história de "chega ou não chega", o outro problema clássico, o estiolamento, é uma história de "estica ou não estica". Enquanto você ainda é novato, guardar esses dois como um par é reconfortante.

Estiolamento

Ao lado da queima das bordas, outro distúrbio de crescimento clássico é o "estiolamento". O estiolamento é o fenômeno em que a muda se estica para cima, fina e comprida, alongando o caule mais do que o necessário. Imagine uma planta de folhagem junto à janela esticando-se, fininha, em direção à luz — é parecido com isso.

Quando o estiolamento ocorre numa fazenda vertical, aparecem efeitos como estes.

- Queda de rendimento: só o caule se estica, e as folhas, que são o que importa, ficam pequenas.
- Queda de qualidade: o tecido fica frouxo, e a durabilidade e o sabor caem. As paredes celulares ficam finas, o que também enfraquece a planta diante de doenças.
- Queda de eficiência no trabalho: a planta tomba com facilidade, aumentando a mão de obra de colheita e dos tratos culturais.

E a parte espinhosa é que um entrenó, uma vez esticado, não volta. Um hipocótilo esticado que se firme e encolha depois de corrigido o ambiente é coisa que, no intervalo que observei no chão de fábrica, eu não vi acontecer. Por isso, encare o estiolamento como algo a ler com antecedência, antes de aparecer, e não a corrigir depois.

Primeiro desconfie da densidade, depois leia o ambiente

Quando o estiolamento aparece, por reflexo a gente quer correr para um regulador ambiental — "certo, como é que eu paro isso?". Mas, antes disso, há uma ordem para olhar.

A primeira coisa de que desconfiar não é o ambiente. É **a variedade, a densidade de sementeira e a contagem de células**. No mesmo ambiente, uma variedade que se estica

facilmente se estica. Comprima as sementes numa bandeja e o próprio aperto entre vizinhas estica as mudas. A contagem de células da bandeja de mudas (72 células, 128 células, 200 células e por aí vai) também governa não só quantas mudas você consegue fazer, mas que formato de muda sai dali. Quanto menor a célula, mais estreito o espaço para as raízes se espalharem, e mais isso pesa contra culturas com um longo período de produção de mudas. No intervalo que observei no chão de fábrica, não era raro um estiolamento que se explicava por "aquela bandeja não está simplesmente super-semeada? As células não são pequenas demais?" antes mesmo de a gente se atormentar com o ambiente. Por isso, primeiro acerte a variedade, a densidade e a contagem de células. Esse é o primeiro estágio.

Por cima disso, leia o que resta com os reguladores ambientais — os três fatores **luz, temperatura noturna e umidade**. Dito de outro jeito, quando a densidade ou a variedade é a verdadeira causa, por mais que você gire os três reguladores ambientais é tiro no vazio. Pensar só "estiolamento = os três, luz, umidade, temperatura" faz pular o primeiro estágio, que é o que mais funciona. A ordem é densidade primeiro, ambiente depois.

Lendo os três fatores ambientais a partir do formato da muda

O caule se esticar é uma reação que a muda dispara ao sentir a luz. Apertada e sombreada pelas folhas vizinhas, ou sob luz fraca, a muda estica o caule em busca de luz. É essa a verdadeira natureza do estiolamento. Para os três fatores restantes, faça um primeiro palpite usando o formato da muda como pista. Eles não se separam por completo, mas dão uma ordem de prioridade para o que desconfiar em seguida.

- **Luz fraca:** mais do que o caule ficar longo, as próprias folhas tendem a sair finas e pálidas. É a postura de lançar o corpo em direção à luz.
- **Temperatura noturna que não cai o suficiente:** quando a muda se estica com o calor preso depois de apagar as luzes, as folhas mantêm espessura e cor enquanto só os entrenós se alongam. Tende a aparecer quando o lugar (camada inferior) e o momento (a noite) coincidem.
- **Umidade que se acumula:** em horários ou prateleiras onde a desumidificação trabalha mal, a transpiração para, as folhas crescem um pouco grandes e moles ainda que mantenham a firmeza, e, por baixo delas, o caule se estica frouxo.

Em outras palavras, observe junto não só o comprimento do caule, mas **quando, onde e como estão as folhas**. Folhas finas e pálidas pendem para luz; folhas normais com só os entrenós esticados pendem para temperatura noturna; folhas moles numa prateleira onde a umidade se acumulou pendem para excesso de umidade — é assim que se faz o palpite.

Mas isso é um guia para um primeiro palpite, não uma ferramenta para confirmar a causa principal. A camada inferior de um suporte de cultivo, em especial, é um lugar onde luz, temperatura noturna e desumidificação tendem a ficar fracas ao mesmo tempo, e desanda justamente no lugar que você mais quer usar. Quando desandar, não se prenda a uma única causa.

O estiolamento que já apareceu e não deixá-lo aparecer da próxima vez são histórias separadas

Aqui há uma coisa que quero separar. **O que fazer com a colheita atual, que está se esticando, e não deixar o mesmo estiolamento aparecer na próxima colheita** são histórias separadas.

Uma muda que já começou a se esticar é uma corrida contra o tempo: se você só age depois de estreitar a causa a uma só, o estiramento avança nesse meio-tempo. Por isso, para o estiolamento que está aparecendo agora, sem esperar para identificar a causa, incline tudo para o lado seguro: levante a luz, baixe a temperatura noturna, reforce a desumidificação. Mas mexer de forma brusca e grande é, em si, um estresse, então faça em etapas, e **não levante ainda mais nas prateleiras onde a luz já é suficiente**. A luz não é melhor quanto mais houver; o aumento é necessário nas prateleiras fracas, não nas que já estão boas.

A leitura que estreita a causa a uma só, por outro lado, ganha vida na direção da próxima colheita. De manhã, alinhe e compare as mudas das camadas de cima e de baixo e, pelo comprimento do caule, pela cor e espessura das folhas e pela maciez delas, adivinhe qual fator está respondendo com a voz mais alta. Depois, no lote seguinte, mexa só no único suspeito e observe como a aparência muda — assim dá para confirmar a causa principal. Mexa em três ao mesmo tempo dentro da mesma colheita e você não saberá qual surtiu efeito. Confirmar um de cada vez ganha sentido justamente em lotes separados.

Como lidar com uma muda já esticada

Uma muda que já disparou para cima muda o sentido da ação conforme o estágio.

Se o estiramento ainda está no estágio inicial do hipocótilo e as folhas verdadeiras estão prestes a se desenvolver, vale a pena corrigir o ambiente. Dá para frear o estiramento do entrenó a partir daqui, e ainda sobra espaço para reacerar o formato no lado das folhas verdadeiras que se empilham por cima. Se os entrenós já estão esticados e tombando e as folhas verdadeiras começaram a se desenvolver herdando o estiramento, então também surge o julgamento de descartar a planta como fora do padrão. Ponha o cerne da decisão em **se as folhas verdadeiras herdaram o estiramento**, lendo isso junto com o ponto de crescimento, com a vida ou morte das raízes e com o estágio do ciclo de cultivo. Num estágio inicial de produção de mudas, o transplante pode ser eficiente; se a colheita está perto, não forçar a correção e colher a planta mesmo com estiolamento pode ser a melhor saída.

Não deixá-lo aparecer na próxima colheita — a verificação pré-semeadura

Se um caule esticado não volta, o valor da ação está, no fim, do lado de "não deixá-lo aparecer na próxima colheita". A ordem de verificação é a mesma: densidade primeiro, ambiente depois.

- **Densidade de semeadura e contagem de células:** para o formato de muda que você quer e o período de produção de mudas, está super-semeado? As células são pequenas demais? Quando as folhas das plantas vizinhas começam a se sobrepor ou as folhas de baixo começam a amarelar, é hora de desbastar ou transplantar.
- **Luz:** meça com antecedência a quantidade de luz por posição de prateleira. Mesmo o mesmo LED pode chegar menos à camada inferior, e uma prateleira fraca volta como estiramento.
- **Temperatura noturna:** observe, prateleira por prateleira, como a temperatura cai depois de apagar as luzes. A camada inferior tende a prender calor à noite.
- **Umidade:** verifique se há horários ou prateleiras onde a desumidificação trabalha mal.

Anote esses pontos por prateleira antes da semeadura e, em vez de entrar em pânico depois que o estiolamento aparece, você consegue ler os pontos fracos com antecedência e se preparar. Em vez de culpar o caule esticado, primeiro desconfie da densidade; depois, leia o que resta como um sinal de a qual configuração a muda está respondendo. Pense assim, e o olhar com que você observa as bandejas toda manhã deve mudar um pouco.

O estiolamento está diretamente ligado ao rendimento. Como combinar e ler densidade, luz, temperatura noturna e umidade, e até onde empurrar antes de desistir — esse julgamento é, tal como está, a história da rentabilidade de uma fazenda vertical. Quem quiser recolher perspectivas aplicáveis num campo mais amplo do chão de fábrica, dê uma olhada aqui também.

«172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais»

Para elevar ainda mais o nível do manejo da cultura

Até aqui — da escolha das culturas, passando por luz, água, temperatura, umidade, CO2 e vento, até fertilizante e solução nutritiva, e queima das bordas e estiolamento — percorremos os fundamentos do manejo da cultura. Cada tema pode parecer independente, mas, no chão de fábrica, todos se influenciam mutuamente. Mexa na umidade e isso repercute na queima das bordas; reforce a luz e muda o jeito como a temperatura e a água são usadas. Só de manter essa "conexão" no canto da mente, muda bastante a forma de avaliar quando o problema aparece.

Mas, para ser honesto, o que escrevi até aqui é, no fim, uma base. No chão de fábrica, sempre chega um momento em que "eu tenho o conhecimento, mas o que, concretamente, devo atacar primeiro, e onde mirar?" deixa a gente perdido.

Por exemplo, mesmo que este livro consiga mostrar o intervalo adequado de luz e temperatura, onde está o valor ótimo para a sua própria fazenda vertical e a sua própria cultura é algo que só se discerne cultivando. O mesmo vale para cortar custos de eletricidade e mão de obra: qual parte cortar para que o lucro fique de pé sem derrubar a qualidade — esse julgamento só ganha sentido depois que você tem os fundamentos. Eu mesmo levei muito tempo aprendendo essa área por tentativa e erro.

Este livro assumiu o compromisso de reunir só até a entrada do raciocínio, antes desse ponto. Os pontos um passo mais profundos, diretamente ligados ao lucro — como discernir o valor ótimo, como julgar a redução de custos, como construir os números — ficam para o volume complementar «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais». Primeiro nivele o terreno dos fundamentos com este livro e, quando se sentir pronto para dar mais um passo, espero que você abra aquele.

Resumo do Capítulo 2

- **Escolha a cultura não pela espécie, mas por "preço unitário do canal de venda × giro × dificuldade" e por "quanto se ganha por área por dia".** O cenário centrado em alface não é a resposta lucrativa, e sim o resultado de escolher a opção menos sujeita a desandar no formato de fábrica. Culturas novas só depois de passar pela porta da rentabilidade.
- **Entenda a luz pelo produto de três — intensidade, cor e tempo (DLI).** Mais brilhante nem sempre é melhor, e o ponto de parada se move junto com o custo de eletricidade.
- **Não há superioridade absoluta no método de hidroponia (NFT/DFT).** O que funciona é o manejo de água depois da escolha. Capture os desvios reversíveis nas operações; elimine de antemão as falhas irreversíveis com equipamento e dispositivos de segurança.
- **Veja o ar não como temperatura, umidade e CO2 em separado, mas pelo "chega à folha?".** O que você gerencia é o ar; o que responde é a folha. A umidade não é uma porcentagem, mas uma força de tração (VPD), e o CO2 não é concentração, mas se está sendo transportado até o fundo. O que transporta todos eles juntos é o vento, e o que funciona é a distribuição, mais do que o total.
- **Na nutrição, com base em EC e pH, observe os dois pontos em que só bater os números não basta (oxigênio dissolvido e a deriva da proporção).** O EC só conta o total, e a mistura se calcula de trás para frente a partir dos íons. Na higiene, não zere os microrganismos, mas "não aumente, não espalhe"; não dependa de higienização, mas de uma circulação normal.
- **Não ataque os problemas de crescimento isoladamente.** A queima das bordas não é o total de Ca, mas a distribuição dele; no estiolamento, é densidade primeiro, ambiente depois. Os dois surgem com múltiplos fatores ligados num único fio.

Cada tema pode parecer separado, mas, no chão de fábrica, todos se influenciam mutuamente. Uma vez consolidada a base neste capítulo, o passo seguinte é construir os números sob medida para a sua própria fazenda vertical e a sua própria cultura. Essa prática um passo mais profunda fica a cargo do volume irmão «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

Capítulo 3: A gestão de operações no campo na prática

Nos capítulos anteriores, vimos como se constitui, enquanto sistema, uma fazenda vertical. A partir daqui, o foco se desloca para o que acontece dia após dia dentro dessa caixa, e para o que faz a pessoa que está de pé no campo de trabalho. Entre conhecer o equipamento e a teoria, e conseguir realmente fazer o campo funcionar, ainda há um degrau de distância. Esse degrau é o que vamos preencher aqui.

Por onde se começa a aprender a gestão de operações no campo? As três camadas: mudas, números e pessoas

«No fim, só dá para aprender pela experiência.» É a conclusão a que costuma chegar quem acabou de entrar, a respeito da gestão de operações no campo. E metade é verdade. Mas essa frase costuma vir num só pacote com a ideia preconcebida de que o que se deve aprender é um único bloco.

Na realidade, a gestão de operações no campo se divide em três camadas de natureza distinta: ler o crescimento das mudas, vigiar os números e pôr em ordem as pessoas e a organização do trabalho. Essas três se adquirem separadamente e só quando se encaixam entre si é que o campo passa a funcionar. Por onde começar a aprender também se esclarece se você pensa segundo essas três camadas.

A camada que lê as mudas, a que vigia os números e a que põe em ordem as pessoas

Tendo visto passar muita gente no campo, percebi uma coisa. Entre os recém-entrados, há quem olhe uma muda e capte logo «esta parece um pouco fraca». Mas essa mesma pessoa não reage em nada às variações da CE (uma referência de quão concentrada está a solução nutritiva) nem aos números da solução nutritiva. Ao contrário, há quem siga os números com minúcia mas não sinta nada ao olhar a planta real. No início achei que era questão de experiência, mas não parece ser uma só linha.

O modo de ver as mudas e o de ver os números são forças distintas. Olhar uma muda e captar «parece fraca» pertence à camada que lê o crescimento da planta. É um mundo que

se aprende na prática: a firmeza e a cor das folhas, o modo como se estende o miolo. Já seguir a CE e os números da solução nutritiva pertence à camada que vigia os números. É um modo de usar a cabeça que lê não a planta real, mas a evolução no tempo. Não é que a pouca experiência impeça fazer as duas: como as camadas são diferentes, adquirem-se separadamente. Por isso é comum que alguém seja hábil numa e passe direto pela outra.

E para completar, quanto mais hábil uma pessoa é com a planta real, mais tende a dizer «não preciso olhar os números, basta ver as folhas». Entende-se o sentimento, mas há aí uma armadilha. Há anomalias que os números avisam primeiro e, ao contrário, anomalias que aparecem antes nas folhas mesmo com todos os números normais. Por exemplo, a queima das bordas (sintoma em que a borda da folha resseca) se dispara quando um crescimento repentino faz com que a distribuição de cálcio não chegue a tempo às folhas jovens do interior; mesmo que o número do cálcio da solução nutritiva esteja normal, se o modo de distribuí-lo (o fluxo da transpiração) não acompanhar, aparece antes nas folhas. Então com apenas uma das duas você deixa passar coisas. Só olhando as duas é que as falhas começam a diminuir.

Há ainda uma camada, distinta do crescimento e dos números. As pessoas e a organização do trabalho: a sensibilidade para fazer funcionar quem faz o quê e quando. Há quem entenda as mudas e siga os números e que, mesmo assim, seja estranhamente desajeitado para dar instruções às pessoas ou montar procedimentos. Ao contrário, há quem no cultivo seja mediano mas na organização seja excelente. Também não é raro.

Organizar é ainda outra coisa. O crescimento e os números têm à frente a planta, mas a organização tem à frente o fluxo de pessoas e coisas, e usa a cabeça de outro modo. Só que, embora pareça um mundo de intuição, é na verdade algo que se mede e se põe em ordem. Ao escrever o trabalho de um dia, no meu próprio campo o que comia o tempo era tudo o que cerca a colheita. Quem entra em quê e quando, a altura da bancada, onde pôr o colhido: isso dá para ver e medir. Em vez de encerrar com «essa pessoa organiza bem», dá para olhar onde as pessoas esperam, onde a postura é forçada, e remontar a disposição. Esta é uma camada distinta do crescimento e dos números: a camada que se mede e se põe em ordem.

Com isso, as três estão reunidas. A camada que lê as mudas, a que vigia os números e a que põe em ordem as pessoas e o trabalho. A gestão de operações no campo funciona com essas três sobrepostas.

O que aprender primeiro: a camada que se pode entregar de antemão e a que se constrói no campo

Quando as três camadas começam a se ver, «no fim, o que aprender primeiro» de repente fica concreto. Não se adquirem as três de uma vez, porque a entrada de cada camada é diferente.

Quanto à ordem, a primeira coisa é pôr o mecanismo na cabeça. Nas três camadas, a entrada mistura «a parte que se pode entregar de antemão como conhecimento» e «a parte que só se constrói no próprio campo». Na camada do crescimento, como a luz e os nutrientes são absorvidos e como se formam as folhas, esse fio se lê e se aprende. Na camada dos números também: o que representam a CE e o pH, e o que suspeitar quando se movem de certo modo, esse modo de ler em si se entrega de antemão. Na camada da organização, a ideia de escrever o trabalho e medi-lo também se ensina. Até aqui é a parte que se pode entregar antes de pisar o campo.

O limite entre o que se pode entregar e o que se deve construir é bastante nítido. Por exemplo, dá para explicar o mecanismo de que reforçar a luz aumenta o rendimento. Mas onde convém parar depende do próprio custo elétrico e do preço unitário, e isso não se entrega como número. O valor ótimo de CE também se move se a cultura ou o sistema mudam, então não dá para usar tal qual o valor de outro. Por isso «o mecanismo e o modo de ler» se entregam de antemão como conhecimento, e «com que valor ajustá-lo às próprias condições» se deixa para construir confrontando-o com o rendimento comercializável do próprio campo. Pensá-lo dividindo por essa linha funciona bem.

Depois, qual camada é a sua vez de desenvolver. Isso não se decide pelo que você faz bem ou mal. Deduz-se para trás de onde você está realmente travado no campo agora: em que camada se apoiam os atrasos e os retrabalhos. Se você já vê tanto a planta como os números, o que trava costuma ser a parte da organização, e aí aparece a camada que a essa pessoa cabe agora desenvolver. Pegue o retrabalho mais visível, veja de que entrada de camada ele está mais perto, e escolha a partir disso. Isso basta.

E ser excelente em uma só coisa não faz o campo funcionar. Justamente porque as três camadas se adquirem separadamente, no campo só dão resultado quando se encaixam. Mesmo que você leia o crescimento à perfeição, não poderá proteger o rendimento comercializável se a pessoa que vigia os números e a organização não estiverem no lugar.

Otimizar uma só camada não garante que o conjunto seja ótimo: isso aparece sob a mesma forma numa fazenda de qualquer tamanho.

Como percorrer este capítulo

A partir daqui, o capítulo percorre essas três camadas em ordem. O planejamento da produção decide a organização do conjunto; a semeadura, a produção de mudas, o transplante, o transplante definitivo e a colheita seguem o processo de criar a muda. O trabalho pós-colheita entrega a qualidade como produto; a gestão e a formação dos funcionários, e o plano de higienização, põem em ordem o alicerce das pessoas e do campo. Por fim, a análise de dados liga ao juízo os registros acumulados até aqui.

Não precisa tentar pôr tudo na cabeça de uma vez. Mantenha em mente as três camadas, leia a partir da camada em que você está travado agora, a camada que lhe cabe, e teste-a uma vez no campo amanhã. Este modo de avançar é, no fim, o que mais fica.

Convém observar que o que se trata aqui vai só até «o mecanismo e o modo de ler». Os juízos ligados diretamente ao lucro — a que valor pôr o ótimo, como sopesá-lo com o custo, como vender — excedem o escopo deste livro. Se você sentir a entrada dessas perguntas, entre no livro companheiro, «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais».

Elaboração do planejamento da produção

品目			フリル		フリル		フリル		フリル	
パネル穴数			300 穴		300 穴		120 穴		40 穴	
栽培工程			暗所発芽		育苗		生育1		生育2	
日数			1 日		12 日		7 日		7 日	
作業			播種	苗取出し	苗移動	苗取出し	移植1	苗取出し	移植2	苗取出し
12/01	水		3600							
12/02	木		3600	3600	3600					
12/03	金		3600	3600	3600					
12/04	土		3600	3600	3600					
12/05	日		3600	3600	3600					
12/06	月		3600	3600	3600					
12/07	火		3600	3600	3600					
12/08	水		3600	3600	3600					
12/09	木		3600	3600	3600					
12/10	金		3600	3600	3600					
12/11	土		3600	3600	3600					
12/12	日		3600	3600	3600					
12/13	月		3600	3600	3600					

Das três camadas, começamos por decidir a organização do conjunto: «o que fazer, quando e quanto». A partir daqui, vamos vendo, uma a uma, as tarefas de gestão de uma fazenda

vertical. A primeira é o planejamento da produção.

Por que é necessário um planejamento da produção

O método da agricultura convencional, que se move ao ritmo das estações e do tempo, não funciona numa fazenda vertical. Em troca de poder criar você mesmo o ambiente, é preciso decidir de antemão o que fazer, quando e quanto.

Se você opera sem plano, costuma tropeçar de três formas. A oferta e a demanda se desencontram e o que você fez fica encalhado. Os custos de eletricidade, água, mão de obra e materiais saem primeiro e não sobra lucro (os custos de material e de mão de obra se preparam antes de plantar, então sem previsão as despesas imprevistas incham). A gestão do ambiente e do trabalho vira improviso e o acabamento sai desigual. Todas elas teriam sido evitadas decidindo-as de antemão.

Montar a partir da expedição, de trás para frente

Estive muito tempo dedicado à produção e ao arranque de hortaliças de folha como a alface numa fazenda vertical de luz artificial (PFAL), e a ordem em que penso o plano é uma só: partir da expedição e remontar a partir daí o cultivo. Se você pensa «montar usando ao máximo a capacidade do equipamento, e que a expedição se ajuste a isso», para começar não funciona. Se você toma a capacidade como base, aparecem alternadas semanas em que dá para fazer mas não para vender, e semanas em que você quer vender mas não dá conta. O fluxo de trás para frente é assim.

1. **Previsão da demanda:** ler quando, quanto e a que preço é provável que se venda. 2.

Elaboração do planejamento da produção: a partir desse volume de expedição, deduzir para trás a quantidade a plantar e o cronograma de cultivo. 3. **Gestão do andamento e revisão:** enquanto roda, olhar os desvios e corrigi-los com frequência.

Passo 1. Previsão da demanda

Primeiro, captar onde, quanto e a que preço se vai vender. Se é supermercado, restaurante ou pessoa física; a quanto se vende por esse canal de venda; como a demanda se move conforme a estação; o que fazem os concorrentes que produzem a mesma cultura. Lê-se tomando como referência dados de vendas passados e o movimento do mercado, mas ninguém pode saber a resposta a «faça isto e vai vender com certeza». Aceite simplesmente

como o trabalho de levantar uma hipótese.

Passo 2. Elaboração do planejamento da produção

Baixar a demanda lida a um plano concreto. Decidir a cultura por três pontos — necessidade do mercado, período de cultivo e rentabilidade — e pôr uma meta de produção sem forçar a partir do tamanho das instalações, da capacidade do equipamento, da mão de obra e dos canais de venda. Depois ajustar o momento de colheita à demanda do mercado, deduzir para trás o período de cultivo e fixar a data de semeadura. Por fim, estimar sementes e mudas, fertilizante, materiais, pessoal, eletricidade e água. Ao remontar a partir do lado da expedição, essa ordem sai por si só.

Passo 3. Gestão do andamento e revisão

Um plano não termina uma vez elaborado. É algo que se corrige enquanto roda. Observar e registrar o crescimento com regularidade, verificar se está vendendo conforme o planejado e se o estoque é adequado, e quando um desvio aparecer, buscar a causa e, se preciso, corrigir o cronograma ou o volume de produção.

Desviar não é questão de precisão

Há aqui um modo de ver que eu gostaria que você guardasse desde novato. Quando não roda conforme o cronograma, muitos pensam «o plano foi malfeito», «eu devia tê-lo montado com mais detalhe». Mas por mais detalhe que se ponha, às vezes o desvio não desaparece. É porque, dentro de um mesmo plano, **estão misturadas coisas de velocidade diferente**.

A expedição, puxada pela demanda, oscila fino, por semana. O cultivo é o ciclo de um ser vivo, portanto muito mais lento. Para a alface de folha, cerca de 35 dias da semeadura à colheita. Mesmo que hoje você aumente o transplante definitivo, essas plantas sobem à prateleira um ciclo depois. E o vaivém da mão de obra se move num pico diferente dos dois. Se você tentar pôr os três na mesma graduação de um único cronograma, ajustar-se à onda rápida sacode o cultivo, e ajustar-se ao ciclo lento faz você perder expedições. Então o desvio não é um problema de precisão, mas um problema estrutural de sincronizar à força coisas que deveriam rodar separadamente; é assim que eu o vejo.

Então, o que é rodar separadamente? É colocar deliberadamente **amortecedores (colchões)** entre os três. O colchão do lado da expedição é a largura do ponto certo em que você pode

esperar a colheita na prateleira, e a oscilação para cima e para baixo do padrão que você pode expedir. O colchão do lado do cultivo é a largura do passo da sementeira e do transplante definitivo. O colchão do lado da mão de obra é a folga. As hortaliças de folha frescas duram pouco e se sustentam com dificuldade como estoque por vários dias, então o lado da expedição sustenta seu colchão por «de quanto você pode oscilar para a frente e para trás o ponto de colheita» mais do que por «engrossar o estoque».

E o que se olha não é o cronograma em si, mas **quanto resta agora desse colchão**. A onda da expedição se recebe pela largura do ponto de colheita, e quando essa margem está prestes a se esgotar, mexe-se no passo do cultivo. Só que unicamente o cultivo não chega a tempo se você espera o amortecedor se esgotar. Mesmo que você aumente a sementeira depois que a margem para receber expedições secou, essas plantas sobem cerca de 35 dias depois. Por isso, unicamente o ajuste do cultivo se move **com antecedência**, prevendo o lead time até a colheita.

É ao eixo mais difícil de mover que se pode acrescentar mais colchão

O interessante é que o cultivo, o mais difícil de mover dos três, é justamente o lugar onde se pode acrescentar colchão. O próprio ciclo em que uma planta cresce não se muda. Mas «quando semear» e «em quantas vezes repartir a sementeira» se mudam. Se você semeia muito de uma vez, a colheita também se concentra num ponto e não há como ajustá-la à onda da expedição. Mas se você desloca o momento e semeia aos poucos, na prateleira se alinham em escada «plantas prestes a entrar no ponto de colheita» e «plantas que sobem em breve». Na semana em que a expedição sobe, mais cedo; na semana em que você quer apertar, um pouco mais tarde. Essa largura nasce. O que é duro é o ciclo de cada planta individual; o que é macio é como você as espalha no eixo do tempo. Deslocando e sobrepondo unidades que não se podem mover, no conjunto viram um colchão.

O ritmo da revisão se muda conforme a velocidade da onda

A frequência com que se olha também se pode mudar conforme o eixo. A largura do ponto de colheita que recebe as expedições recebe a onda rápida, então a cada dia ou a cada poucos dias se dá uma olhada em «quantas plantas osciláveis há agora na prateleira». O lado do cultivo não devolve resposta mesmo que você o meça toda semana, então uma vez a cada poucas semanas se inspeciona o próprio ajuste de «este passo de sementeira atual está

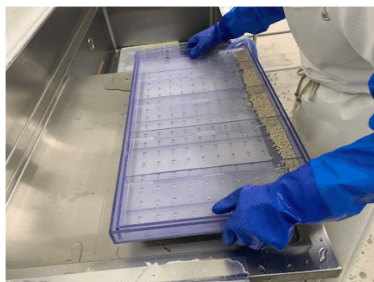
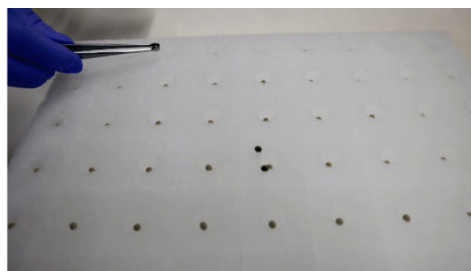
bom?». Se você iguala os intervalos, no lado rápido algo lhe escapa e o lento você oscila em vão.

E de qual colchão está diminuindo aponta diretamente onde está a causa. Se a largura do ponto de colheita sempre afina, o passo da semeadura não acompanha o ritmo da onda da expedição. Se a folga das pessoas está sempre apertada, a estimativa de pessoal não absorve o pico da colheita. Em vez de pôr os desvios num mesmo saco como «frouxidão do plano», você pode separá-los por qual eixo começou a se romper. Este é o maior proveito prático de olhá-lo dividido em três. Até o primeiro desvio dá para olhar com calma, não como um fracasso, mas como o sinal de que três relógios começaram a andar.

Convém observar que montar isso do zero toda vez é uma canseira. Publiquei o modelo de cronograma de cultivo que eu usava no campo, então use-o como apoio para captar como se montam as fórmulas. O número de plantas, a rotação e o rendimento comercializável diferem conforme a fazenda, então a premissa é não usá-lo tal qual, mas refazê-lo à medida do seu próprio ambiente.

A partir daqui, os juízos ligados diretamente ao resultado — «então, de quantos em quantos dias concretamente semear», «como decidir a densidade de plantio em função do volume de colheita», «como produzir contendo o custo elétrico» — são um território que se afina com os números da sua própria fazenda. Deixo a entrada do raciocínio até aqui e cedo o juízo mais profundo a «172 Dicas». O planejamento da produção é a parte que serve de eixo à operação de uma fazenda vertical.

Semeadura



Quando o plano fixa a data de semeadura, você enfim entra no processo de criar a muda. A partir daqui, vamos vendo, em ordem, o trabalho de campo de criar de fato as hortaliças. O primeiro é a semeadura, isto é, o processo de semear a semente.

A semeadura é o primeiro passo da gestão do cultivo. Uma fazenda vertical não usa terra. Semeia-se num substrato — um material que sustenta as raízes no lugar da terra e fornece água e nutrientes. O fluxo em si é simples. Coloca-se o substrato em bandejas dedicadas e embebe-se bem em água, e colocam-se as sementes com pinças de precisão ou uma semeadeira. Depois de semear, para evitar o ressecamento e o arraste das sementes mantém-se a umidade com uma tampa ou cobertura, borrifa-se água com suavidade com um pulverizador e espera-se a germinação gerenciando temperatura, umidade e luz. A densidade de semeadura varia conforme a cultura.

Novato, aqui provavelmente lhe ensinam a se atentar à «taxa de germinação». Que proporção brotou. Se sai perto de 90%, você se satisfaz uma vez: «esta leva vai bem». Isso em si não está errado. Só que, quando reviso no meu campo as levadas de rendimento comercializável medíocre, mais do que a baixa taxa de germinação, o que me vinha à mente era «daquela vez, elas não estavam homogêneas». A virada de perspectiva que eu gostaria que você aprendesse aqui é esta: **o que de fato se deve olhar na semeadura não é tanto «que porcentagem brotou» quanto «com que homogeneidade se levantaram».**

O número da taxa de germinação não reflete a «homogeneidade»

A taxa de germinação só conta se a semente brotou ou não. É um número que totaliza a alternativa brotou-não brotou, e nele não entra a informação temporal de «quando brotou». Por isso, uma bandeja que se levantou toda de uma vez, homogênea, e uma bandeja que foi saindo a conta-gotas por três dias, se ambas chegam a 90% no fim, se alinham como os mesmos 90%.

Mas essas duas são totalmente diferentes depois. Se a taxa de germinação é a «altura», a homogeneidade é a «largura»: a dispersão dos momentos em que cada semente brotou. Na mesma altura, se a largura é estreita ou larga muda a facilidade de manuseio dos processos seguintes. Uma bandeja que não saiu homogênea, com defasagens de tempo, fica difícil de manusear já a partir das imediações do transplântio. Se você se ajusta às mudas grandes, as pequenas ficam para trás; se você espera as pequenas, a leva inteira se arrasta.

Eis o importante. A sementeira e a germinação parecem um processo que se fecha em poucos dias, mas a homogeneidade das mudas que você aí forma deixa rastro — passando pelo transplântio e pelo crescimento — até o rendimento comercializável de várias semanas depois. A germinação não é a meta, é a entrada de um longo processo que continua até a colheita. Então olhar a homogeneidade, mais do que acrescentar um indicador, é recuar o momento de julgar se a sementeira foi boa ou má: de logo depois da germinação para o rendimento comercializável do processo seguinte.

A homogeneidade se decide na «entrada»

Então, uma homogeneidade dispersa dá para recuperar no processo seguinte? Aqui dá para traçar uma linha clara. **Não dá.**

Porque a homogeneidade não é uma «diferença» de tamanho, mas uma «diferença de tempo». Uma muda cuja germinação atrasou meio dia não é simplesmente pequena: no desenvolvimento, está meio dia atrás. É mais jovem do que as que se adiantaram. Mesmo que você lhe acrescente depois fertilizante ou luz, o conjunto só avança outro tanto, e entre o líder e o último da fila a separação permanece aberta enquanto avança. Uma defasagem de tempo uma vez marcada não se rebobina, tempo incluído, num processo seguinte.

Há maneiras de «absorvê-la» com a seleção ou com a largura de colheita: desbastar os indivíduos atrasados para alinhá-los aos líderes, selecionar por imagem, tomar larga a janela de colheita; são processos padrão do campo, não um engano. Só que o ponto comum é que

não apagam a defasagem de tempo em si. Se você desbasta, essas mudas acabam descartadas; se você amplia a largura de colheita, a rotação da prateleira ganha folga. Ou seja, uma leva que parece re-homogeneizada costuma estar pagando um custo — em rendimento comercializável ou em trabalho — para absorver a defasagem de tempo; a dispersão não desapareceu no nada.

Por isso a homogeneidade não é «depois eu conserto» mas «absorvê-la depois custa dinheiro». Esse custo não aparece na nota como «despesa por falta de homogeneidade». O trabalho de desbastar mudas atrasadas, o replantio para cobrir o que falta, as horas de seleção antes do transplântio: quanto pior a homogeneidade de uma leva, mais esses custos invisíveis se acumulam aos poucos. A homogeneidade, vá fabricá-la na entrada. É a forma mais segura de reduzir de antemão o custo invisível que se paga depois.

Registrar a homogeneidade como a «largura do arranque»

A largura se capta suficientemente com duas anotações. Olhe a bandeja uma só vez por dia, a uma hora fixa, e anote dois pontos: «o dia em que saiu o primeiro broto» e «o dia em que saíram mais ou menos todas». A diferença entre os dois é a largura que custou o arranque. Mais do que subir a precisão da observação, olhar toda vez à mesma hora e igualar as condições funciona muito melhor, porque permite comparar as levadas semeadas com a mesma medida.

Há um truque. «O dia em que saíram mais ou menos todas» convém tomar como «o dia em que saíram cerca de 80%», não 90%. Os últimos 10% são puxados pelas sementes que chegam tarde ou que no fim não saem, e a data se borra com facilidade. E esses 80% não são um número só para o registro. A cobertura de retenção de umidade (a cúpula) que você pôs logo após a semeadura se retira quando cerca de 80% germinaram. Se você demora a retirá-la, a luz não chega e as mudas se estiolam, finas e longas, e com o excesso de umidade as doenças também saem mais facilmente. O sinal de trabalho «retirar a cobertura aos 80%» e o sinal de observação «registrar aos 80% o dia em que saíram todas» se sobrepõem no mesmo ponto. Se você anota a data de passagem ao retirar a cobertura, a operação e o registro se fazem de um só traço.

O dia do primeiro broto e o dia dos 80%. Só de ir alinhando por leva a diferença entre esses dois pontos, as levadas que saem homogêneas e as que se dispersam começam a se separar

bastante claramente. A observação detalhada basta fazê-la uma vez que apareça uma leva que o preocupe.

Para a causa da dispersão, suspeite primeiro da temperatura

Entre as causas de o arranque se dispersar, o mais fácil de abordar no campo é a desigualdade do ambiente. A variação individual das sementes em si de fato existe, e isso fixa o «piso» da homogeneidade. Por mais que você iguale as condições, não obterá mais homogeneidade do que a dispersão das sementes. Só que, pelo que vi na produção de mudas em fazenda vertical de luz artificial, as levadas que se dispersam mais frequentemente não tinham apertado o ambiente até esse piso. A temperatura e a umidade depois de semear não estão igualadas entre a borda e o centro da bandeja, nem entre o nível de cima e o de baixo da prateleira. Dentro da mesma bandeja, uma semente está na condição em que se acende o interruptor de germinação e outra ainda não. Isso sai convertido em defasagem de tempo.

Por isso, quanto à ordem, tente primeiro esmagar a desigualdade do ambiente. Para ter uma ideia à mão, primeiro a temperatura. A temperatura ótima de germinação difere conforme a cultura, e pela sensação das hortaliças de folha que criei, havia aquela diferença de que o mizuna e o komatsuna arrancam mais homogêneos numa faixa um pouco mais alta que a alface. Mais do que memorizar números finos, numa leva cuja germinação vai lenta vale a pena suspeitar primeiro se você saiu da faixa ótima da cultura que usa. A desigualdade de umidade também influi na homogeneidade, mas temperatura e umidade se encadeiam com facilidade — os lugares quentes secam mais rápido —, então se você olha primeiro a desigualdade de temperatura, também tira a medida aproximada da umidade. A umidade do período de absorção influi especialmente, então no início embeba-a bem e baixe-a um pouco uma vez confirmada a germinação. Se essa subida e descida saem desiguais conforme os lugares, também se encadeia à diferença de arranque.

Quanto ao lugar a olhar, não precisa medir tudo. Bastam os dois pontos onde é mais provável que uma diferença apareça. Numa prateleira, o nível de cima e o de baixo; numa só bandeja, a borda e o centro. Esses são lugares onde, estruturalmente, uma diferença aparece com facilidade. Ponha um termômetro em cada um e confronte-o com a largura do arranque. Se as levadas que tendem a atrasar se concentram num nível fixo, numa posição fixa, essa é a

identidade da desigualdade. O resto é subir a temperatura do nível que atrasa, trocar o local e, para a desigualdade que mesmo assim você não consegue nivelar, mexer o ar com um ventilador de circulação, e repetir asavas com a mesma medida.

O cardápio de contramedidas em si — esmagar a desigualdade de temperatura e revisar o lote de sementes — não difere do de sempre. O que difere é o momento. Até agora, dar-se conta da desigualdade de temperatura era, em geral, depois que as mudas se dispersaram e lhe deram trabalho no transplante: fora de hora. Se você olha a largura do arranque na entrada, pode jogar a mesma cartada com antecedência, antes de as mudas terem crescido. Este é o proveito de ter o único ponto de vista da homogeneidade.

A dispersão que resta mesmo apertando é assunto do lote de sementes

Mesmo esmagando por completo a desigualdade de temperatura, resta uma dispersão. Esse é o piso da própria capacidade da semente, um muro que não se transpõe pelo modo de semear. Se mesmo apertando até aí asavas continuam a se dispersar, já não é um problema do modo de semear, mas passa a ser algo que se olha do lado do lote de sementes e do abastecimento. Convém ter traçada a linha entre as contramedidas de campo e o que se olha na compra e na seleção de lote.

Para isso também, mantenha o armazenamento com base em baixa temperatura, baixa umidade e sombra, aplique a fundo o primeiro-a-entrar-primeiro-a-sair usando antes o estoque velho, e anote o número de lote. As sementes podem perder vigor sem que se note por fora, e isso sai depois como má germinação. Quando a homogeneidade se dispersa, para separar se foi o modo de semear ou o lote, se não resta registro de qual lote foi usado e quando, a coisa nem começa.

Até aqui, é a perspectiva que eu gostaria que você adquirisse na semeadura. Até onde afinar as condições ótimas de germinação e a seleção de sementes para convertê-lo em lucro: esse cálculo é um território que se resolve campo a campo, então neste livro fico só na entrada. O juízo aprofundado, cedo-o a «172 Dicas».

Produção de mudas



Quando a sementeira termina e os brotos saem, você entra no período de criar esses brotos até mudas que aguentem o transplântio. Isto é a «produção de mudas». Enquanto processo, é a etapa discreta encaixada entre a sementeira e o transplântio, mas a sua qualidade praticamente decide os resultados de crescimento posteriores. Novato, a colheita e o transplântio parecem mais chamativos, mas pela sensação de muito tempo no campo, um talhão que tropeçou no estágio de muda muitas vezes não se recupera até o fim. Conforme a fazenda, dispõe-se uma sala ou prateleiras de produção de mudas dedicadas, e só aqui se apura o ambiente.

Por que tanto empenho nas mudas? A razão é simples: uma muda robusta torna tudo o resto mais fácil. Uma muda com raízes bem estendidas se aclimata bem ao ambiente de destino do transplântio e pega rápido. O crescimento também avança sem esforço, então o período até a colheita se encurta. Uma muda em bom estado nutricional também é forte diante das doenças. Ao contrário, se você envia tal qual uma muda fina e fraca, ela se dispersa depois do transplântio, doenças saem com facilidade e no fim se repercute no rendimento. Pense na produção de mudas como um investimento para levantar por baixo o rendimento final.

O que mais se deve cuidar ao criar mudas é não deixá-las se estiolar. O estiolamento é quando só o caule se estende fino e longo e amolece. A causa está em grande parte na falta de luz e numa temperatura alta demais. Depois da germinação, na fase em que os cotilédones se abrem e começam a fotossíntese, se você demora a dar a iluminação elas se estiolam de uma vez. Se você tem uma operação em que durante a germinação não dá luz, assim que os cotilédones se abrem comece a iluminação antes que seja tarde demais. O momento aqui é um ponto a afinar no campo.

Os pontos do ambiente a controlar são contínuos com os da sementeira: os quatro de temperatura, umidade, luz e solução nutritiva.

- **Temperatura:** ajusta-se à cultura e à fase de crescimento. Para a alface, é comum gerenciar a temperatura do ar da sala de mudas (não a da água) em torno de 25 °C durante o dia (como se quer conter o estiolamento, à noite baixa-se um pouco para apertar). As mudas pequenas são fracas diante da baixa temperatura, então não a baixar demais.
- **Umidade:** se for alta demais, doenças saem com facilidade. Uma umidade relativa em torno de 60–70% é a referência.
- **Luz:** o que funciona para evitar o estiolamento é a luz. Embora muitas variedades não precisem de luz para a germinação em si, uma vez abertos os cotilédones é preciso assegurar um nível de luz adequado. Se o início da iluminação atrasa, só com isso saem mudas fracas.
- **Solução nutritiva:** enquanto a muda é pequena, o básico é manter baixa a concentração da solução nutritiva (CE) e subi-la ao longo do crescimento. Dito isso, pela minha experiência, se o gerenciamento é difícil, operar com uma CE fixada baixa e constante não dá problema na prática (não quer dizer mantê-la constante na mesma CE alta que na área de cultivo principal, mas mantê-la constante num valor de baixo a médio).

O que se busca ao criar mudas não são simplesmente mudas grandes, mas mudas homogêneas. Se o crescimento se dispersa dentro da mesma bandeja, não dá para ajustar o momento do transplantio e o gerenciamento posterior fica penoso o tempo todo. A rega desigual, a luz ou a temperatura desiguais conforme a posição na prateleira, a dispersão da densidade de sementeira: as causas da falta de homogeneidade estão mais ou menos por aí. Ao tirar uma bandeja, conseguir criar toda vez um estado em que a altura das mudas e a expansão das folhas pareçam homogêneas. É aí que se mostra o traquejo da produção de mudas.

Quando as mudas crescem e começam a se sobrepor às folhas vizinhas, é o sinal do processo seguinte, o transplantio.

Transplantio e transplantio definitivo



As mudas que terminaram a produção se deslocam para um espaço mais amplo. Se você deixa tal qual mudas cujas folhas começaram a se sobrepor às vizinhas, a luz não chega bem, as raízes ficam apertadas e não absorvem nutrientes suficientes. Ao deslocá-las para um espaço amplo, a luz recebida por planta volta e o crescimento se acelera de novo. Repetindo esse deslocamento por etapas, plantar no fim com o intervalo que as leva até a colheita é o transplântio definitivo.

O espaçamento de plantio não se decide pela «conveniência de plantar» mas a partir da «expedição»

No transplântio definitivo, «quantas plantas pôr por m^2 », você não o está decidindo pela conveniência do trabalho do momento — se planta rápido, se saem perdas? Quantas bandejas uma pessoa maneja, quantas se deixam cair na pega. Essa medida em si é importante. Só que unicamente a densidade das plantas, se você a decide com essa sensação de velocidade, a facilidade de colheita e o peso vendável por prateleira vão sendo raspados por trás.

No plantio é agradável poder pô-las rápido e apertadas, mas a mão da colheita fica lenta depois. A prateleira apertada parece a olho bem cheia e promissora em rendimento, mas cada planta sobe pequena e, ao pesar, «as plantas que atingem o tamanho visado» saem menos do que você pensava. O intervalo de plantio influi não só na conveniência do trabalho do momento, mas no peso vendável que você finalmente pesa.

Por que é assim? A quantidade de luz que cai sobre a prateleira não aumenta mesmo que você suba a densidade. No fim, essa luz fixa só se reparte entre o número de plantas. Então ao aumentar as plantas, a parte de cada uma diminui e ela sobe pequena. Aqui é fácil se enganar: o total de colheita por unidade de superfície — o peso bruto — antes continua subindo, até certa densidade, à medida que você aumenta o número de plantas. O que estanca não é o total, mas «o peso que atinge o tamanho de acabamento visado e se pode

expedir como padrão = o peso vendável». Parecer bem cheio enquanto o peso utilizável não cresce costuma ser prova de que aumentam as plantas pequenas caídas abaixo do padrão.

Ao contrário, se você toma largo demais o espaçamento de plantio, não aproveita o espaço de cultivo limitado e o volume de colheita por unidade de superfície cai. Uma fazenda vertical é um sistema que empilha os leitos de cultivo na vertical para elevar a eficiência produtiva, então se quer usar o espaço ao máximo. Mas se você aperta demais, o crescimento sofre. Conciliar os dois é a chave do transplantio definitivo.

Por isso inverta a ordem. Primeiro ponha à frente o tamanho de acabamento visado por planta e o espaço por onde a mão da colheita entra à vontade. Deduza o intervalo para trás a partir daí, e a velocidade de plantio se concilia por último. «Não o teto do lado de quem planta, mas trazido do lado de quem colhe e do peso vendável por prateleira»: pensando-o nessa ordem, a densidade muda bastante no modo como aparece.

Convém observar que esse «apertar demais é perda» supõe hortaliças de folha repolhudas ou de touceira grande que se expedem pelo tamanho de acabamento de uma só planta. Em produtos que se vendem por número ou por volume total, como o baby leaf, a perda de uma planta cair abaixo do padrão sai com menos facilidade, então a densidade justa pende para o lado mais apertado. É só que o ponto de equilíbrio difere conforme o produto.

Olhe-o não pelo número, mas pelo «círculo que uma planta abre»

Dito isso, a mão do campo tende a se deixar arrastar por «apertando um pouco mais eu ganho número». Isso não é por ganância. Quantas plantas você plantou se conta na hora, mas os segundos de colheita e o peso que atingiu o padrão só saem muito depois. Você está só sendo puxado pelo número que tem à frente.

Então o que convém ter à mão não é o número, mas a imagem do «círculo que uma planta abre». Ao plantar, desenhe na cabeça, planta por planta, o círculo da abertura de folhas no tamanho visado, e olhe só o quanto esse círculo se sobrepõe ao do lado. Quando os círculos se chocam e começam a se morder, é aí que você já está antecipando as duas perdas: «disputar a luz e cair abaixo do padrão» e «a mão da colheita não entrar». Se você quer deixar algo mais como marca física, desenhe no painel de transplantio definitivo um círculo do mesmo diâmetro que a abertura de folhas do tamanho visado. Toda vez que você planta, compare esse círculo com o espaçamento de plantio que tem à frente, e faça dele uma marca

que diz de relance: se está mais apertado que o círculo, você já está antecipando a perda. Mesmo que o passo dos furos seja fixo e não se mova na hora, serve de referência ao decidir qual painel usar da próxima vez.

O desnível, o rendimento comercializável e a automação são outra história

Um empecilho comum, sinalizo de passagem. «Mesmo plantando no mesmo intervalo, no nível de cima e no de baixo sobe um pouco diferente.» O culpado dessa diferença em geral não é a luz. A prateleira de fazenda vertical de luz artificial se projeta em geral sob a premissa de que em cada nível se montam os mesmos painéis à mesma altura e a luz é homogênea independentemente do nível. O que resta e faz efeito é a desigualdade de temperatura e de fluxo de ar — o calor tende a se acumular nos níveis de cima, e o modo como circulam o vento e o CO₂ não é homogêneo conforme o nível e a posição. Então se um nível sempre sobe pequeno, tentar fazê-lo se emparelhar mexendo na densidade nível a nível tende a complicar a gestão do transplântio definitivo e dos painéis, enquanto a causa crucial fica sem que se toque nela. Isso se resolve não com o espaçamento de plantio, mas com o HVAC, a ventilação forçada e o equipamento.

Outra coisa: ao apertá-las e as folhas se entrelaçarem, o ar que promove a transpiração chega pior ao interior da planta, e conforme a variedade a ponta das folhas internas resseca: uma aparição do tipo queima das bordas aumenta. As variedades cujas folhas se erguem e deixam folgas no espaçamento de plantio aguentam mesmo apertadas um pouco, mas as variedades cujas folhas se deitam e se enrolam se fecham com facilidade pelo centro e são fracas ao aperto. Então «quanto mais propensa a desmoronar é uma variedade, mais grande você vê o círculo e para antes de se sobreporem». O juízo de apertar a densidade e a escolha de variedade são coisas que se olham ligadas.

Quando o custo de mão de obra começa a pesar, a conversa tende a ir para «melhor automatizar o transplântio», mas aqui é mais seguro olhá-lo baixando um degrau as expectativas. No que a máquina é rápida é «na velocidade de plantar», e a superfície de recepção de luz e o espaço de colheita que decidiam o rendimento — a qualidade da disposição — não melhoram por si sós plantando rápido.

Afinar o espaçamento de plantio ótimo, o juízo de investimento em equipamento para preencher o desnível, se o transplântio automatizado compensa: essa zona é um território

que só se pode julgar depois de medir de fato com a medida do peso de expedição por prateleira. O procedimento para medir em conjunto as três saídas (o peso que atinge o padrão, os segundos de colheita, o rendimento comercializável), a classificação por variedade e a avaliação realista da automação são tratados em detalhe em «172 Dicas». Como novato do campo, leve primeiro para casa o hábito de um instante de comparar o círculo do painel com o espaçamento de plantio que tem à frente toda vez que planta; isso basta.

Colheita e remoção de folhas



Quando as plantas do transplântio definitivo terminam de crescer, chega o último processo do cultivo: a colheita e a remoção de folhas. É o instante em que a semente que você mesmo semeou é concluída como hortaliça, mas ao mesmo tempo é o ponto de partida de um novo processo rumo à venda.

Estive mais de dez anos dedicado à colheita de hortaliças de folha em fazendas verticais de luz artificial (PFAL). A consulta que mais recebo neste processo é o cabo de guerra de «se você corta rápido a qualidade cai, se você trabalha com esmero o número não sai». Se você monta uma linha que corta rápido, na hora de chegar à prateleira da loja as pontas das folhas estão danificadas. Se você afrouxa a mão para que não se danifiquem, desta vez o rendimento do dia não atinge a meta. Muitos vão reconhecer a sensação de que, o que quer que você escure, o outro desmorona.

Mas isso só parece uma alternativa porque você põe eficiência e qualidade numa mesma balança. Se você olha bem, a colheita tem vários botões que se giram separadamente.

Quando cortar, como se mover, com o que cortar: uma vez que você os separa, os lances

aumentam. Mesmo deixando de lado por ora os grandes dispositivos como a luz e a temperatura, só com o que você pode mover no campo a partir de hoje, a conversa deixa de ser um único «velocidade ou qualidade».

Antes de girar os botões, nivele o piso da higiene

Antes de girar os botões, há mais uma coisa a pôr primeiro. O «piso da qualidade». Lavar e secar os utensílios e os recipientes de colheita, retirar com frequência a água e o lixo da área de colheita: nas hortaliças de folha hidropônicas, isso vira o alicerce da qualidade a montante do corte. Se você embala com água ainda por cima, isso vira a entrada do mofo e da putrefação. É também sobre o que insisti no campo até ficar rouco.

Lavar, secar e recolher não custam dinheiro, se fazem a partir de hoje e se refazem. Por isso é também o botão que se pode girar por primeiro. Se você fala do corte com isso frouxo, o piso fica oco. A ideia da higiene em si, tratamo-la junto mais adiante em «O rigor do plano de higienização», mas no campo da colheita, mais do que «cortar os micróbios em algum ponto», a atitude de não deixar água nem resíduos, de não os aumentar, de não os espalhar, basta.

Quando cortar: a faixa horária e o dia de corte

Primeiro, a faixa horária dentro do dia. Nos campos que vi, à chegada da tarde a fadiga saía e o que era cortado se descobria depois, na etapa de encaixotamento, com o corte grosseiro e os comprimentos desiguais. Ao contrário, do início da jornada até o meio-dia a concentração se sustentava e, mesmo mão rápida, saía homogêneo.

Contudo, qual faixa fica grosseira difere conforme o campo e a pessoa. Certamente há campos onde, na primeira hora da manhã, a mão e o olho estão frios e a primeira hora é a mais grosseira. Então, mais do que dar por certo sobre a faixa, olhe no seu próprio campo quando fica grosseiro e verta só essa faixa para a homogeneidade. Quando você conhecer a faixa que fica grosseira, tome-a à parte: baixe por ora o botão da velocidade e concentre-se só em igualar os comprimentos. Quando o estado está no auge, mesmo subindo a velocidade sai homogêneo. Numa mesma colheita, separa-se o alvo conforme a faixa horária.

O interessante é que, quando a qualidade da faixa grosseira se estabiliza, a velocidade de depois antes também aumenta. Como diminuem os retrabalhos que se consertam na etapa

de encaixotamento, o processo seguinte se acelera. Mais do que opor de frente velocidade e qualidade, se você decide de antemão qual priorizar conforme a faixa horária, há uma faixa em que as duas vêm por si sós.

Há também, no «dia de corte» — em que dia cortar —, um degrau mais lento, algo que faz efeito. Você deslocou de um dia a data prevista de colheita e, enquanto na véspera havia plantas pequenas misturadas, no dia seguinte estavam homogêneas e tanto cortar como encaixotar terminaram com desenvoltura. Você não teve essa experiência? Só que, se você deslocou de um dia por palpite, não vira uma organização reproduzível. À base, a homogeneidade das plantas se decide em boa parte pela densidade do transplântio definitivo e pelos processos anteriores, e remontando, pela homogeneidade da germinação, então não é assunto só do lado do corte. Mesmo assim, escolher um dia homogêneo para cortar é algo que se pode fazer no campo da colheita.

Como se mover: a homogeneidade do corte muda com o trajeto

À tarde, ao se cansar, você corta só com o pulso, em movimentos curtos. Enquanto amontoa o cortado na mão esquerda, o gesto de esticar a mão para a planta seguinte tem algo de desajeitado. Já de manhã, quando você está em forma, você gira com o braço inteiro, com o corpo inteiro de frente para a planta. E olha que é a mesma pessoa. Esse «como você se move» faz efeito na homogeneidade do corte.

O corte só de pulso fica grosseiro provavelmente porque o raio de corte é largo demais e você estica só a mão para plantas distantes. Então, na situação de deslocar as plantas para uma bancada ou uma esteira para processá-las, ajuste a altura da bancada a que o cotovelo se dobre levemente e estreite o raio de esticar a mão a um só passo. Corte só o raio que você alcança e depois aproxime-se com o corpo inteiro. Assim o ângulo sob o qual entra a lâmina sai homogêneo toda vez, e o corte se dispersa menos: é um tato que vi muitas vezes no campo das hortaliças de folha em fazenda vertical de luz artificial.

Que a carga postural baixe é algo medido também em pesquisa. Num relatório que fez análise do movimento da colheita de hortaliças de folha em fazendas verticais, comparado a estar de pé ou a uma bancada alta, sentar-se ajustando a bancada à altura do cotovelo e estreitar o raio de trabalho reduziu tanto o ângulo de jogar o pescoço para trás quanto o de projetar os ombros para a frente. Contudo, isso mediu a situação de se sentar a uma bancada

independente, então não se aplica diretamente à situação de cortar no local nos níveis altos de uma prateleira de vários andares. Onde faz efeito é na situação de deslocar as plantas para uma bancada ou uma esteira para processá-las ou selecioná-las.

Com o que cortar: mais que a ferramenta, a constância do movimento

A questão da ferramenta. Ao cortar as hortaliças de folha, há quem use tesoura e quem puxe com suavidade com uma lâmina do tipo faca. Mais do que decidir a homogeneidade conforme seja tesoura ou faca, nos dois casos o que faz mais efeito é «se a lâmina entra no mesmo ângulo, na mesma posição». A tesoura fixa com facilidade a posição de fechamento, então o comprimento é fácil de igualar. A seção às vezes sai mais lisa puxando com suavidade. Não é questão de qual é superior, mas a ideia de escolher a que se ajusta ao seu próprio trajeto.

Em torno da ferramenta, mais uma coisa, com a higiene em jogo. A faca, a tesoura e os recipientes de colheita, assim que se usam lava-se e seca-se logo. Não só para manter o fio, mas como base do campo para cortar a sujeira que não se quer introduzir nas hortaliças de folha hidropônicas.

Remoção de folhas: o processo que põe em ordem cria o valor do produto

Quando você termina de cortar, vem a remoção de folhas. A remoção de folhas é o trabalho de pôr em ordem a hortaliça colhida. Não é uma mera questão de aparência, mas toca no valor do produto em si. Uma hortaliça de forma posta em ordem e com as folhas removidas com esmero parece fresca e apetitosa, dá sensação de tranquilidade e transmite uma impressão de alta qualidade. Nas hortaliças de folha, deixam-se cair algumas folhas externas danificadas e a base, e deixam-se as folhas limpas do centro. Os critérios de número de folhas, comprimento, peso e forma às vezes estão fixados em detalhe conforme a fazenda ou o destino de venda.

O que convém ter presente aqui é que a remoção de folhas, se feita em excesso, faz efeito ao contrário. É o trabalho de deixar cair as folhas externas danificadas e a base, mas se você remove demais, o peso vendável diminui sem mais: trabalha na direção de baixar o rendimento comercializável. Ao contrário, se você faz feridas ou rasga folhas, o valor do produto baixa. E o trabalho descuidado gera retrabalhos e no fim leva tempo. Então se na seleção você fixa de antemão os critérios de tamanho e qualidade e classifica por padrões, o juízo não oscila de uma pessoa a outra.

O que parece diferença de traquejo e o que o projeto pode levantar por baixo

Por fim, resta uma constatação. Quando uma diferença de volume de colheita ou de qualidade aparece entre um veterano e um novato, você tende a encerrar com «a essa pessoa ainda falta traquejo». Mas, após o que se disse até aqui, talvez não seja um problema de traquejo, mas simplesmente que a altura da bancada não encaixa, que a organização do dia de corte não é homogênea de uma pessoa a outra, que o procedimento de higiene não foi distribuído.

Aqui separamos duas coisas. O projeto — a altura da bancada, a organização do dia de corte, os procedimentos de higiene e de remoção de folhas — levanta por baixo o « piso » tanto do veterano quanto do novato. Se o procedimento se distribui numa só folha de papel, a linha mínima do novato sobe. Por outro lado, o « teto », isto é, a produção da pessoa experiente, o cálculo em situações difíceis, a dosagem da força, esse é o lado que o traquejo decide. Igualar o projeto não o apaga, nem é algo que deva se apagar.

Confundi-los sai perdendo. Se você encerra com «a essa pessoa ainda falta traquejo» um desnível que na verdade o projeto poderia resolver, você deixa passar uma diferença que teria sido preenchida com uma só folha de papel. Então, levante primeiro o piso pelo projeto, e à diferença que resta mesmo assim, só então chame-a de traquejo. A ordem é essa.

Convém observar que a partir daqui há também botões que não se movem só do campo da colheita. O preparo de apertar a adubação alguns dias antes de cortar para baixar o nitrato das folhas, o compromisso em que subir o rendimento baixa o valor nutricional — como com a luz e a solução nutritiva —, e o juízo de pôr ou não maquinário de automação: todos são aprofundamentos ligados diretamente ao rendimento e ao resultado, e requerem o cálculo de «a partir de quanto vale a pena». Como esses excedem a entrada da colheita, ponho só a entrada do raciocínio e cedo os detalhes a «172 Dicas». A melhoria do processo de colheita, no fim, faz efeito no lucro do conjunto da fazenda.

Trabalho pós-colheita



A hortaliça cortada não é algo que você possa simplesmente deixar ali. A hortaliça perde frescor desde o instante em que é colhida. Por fora perde o viço e murcha, no sabor o aroma declina e o amargor e a aspereza aumentam, e o valor nutricional também baixa. A cadeia de trabalhos até a expedição decide até onde se pode proteger esse frescor.

O trabalho pós-colheita é, em geral, quatro coisas. O **transporte** da área de cultivo à área de trabalho (mantendo a temperatura durante o transporte e absorvendo os choques com recipientes e carrinhos). A **pesagem e a seleção** para ajustar tamanho, forma e peso ao padrão. A **embalagem e o acondicionamento** em saquinhos e bandejas. E o **armazenamento**, deixando-as repousar a temperatura e umidade adequadas. Enquanto procedimento, escoa nessa ordem.

Só que há aqui uma coisa cujo modo de ver quero mudar de antemão.

O instante em que você confirma a qualidade e o instante em que o cliente a confirma. Você pesa, embala, inspeciona e expede. Você faz rodar cada etapa com rigor. E mesmo assim, depois da expedição, chega uma reclamação: «as folhas estavam murchas», «estava danificado por gotas de água». A pesagem conforme o padrão, a embalagem e a inspeção conforme o procedimento. E mesmo assim lhe dizem no destino.

Pensando bem, o último instante em que você confirma a qualidade é a bancada de inspeção, e o primeiro instante em que o cliente a confirma é quando abre a caixa recebida. Entre os dois jaz, inteira, a duração do transporte, a temperatura e o sacolejo. Se na inspeção uma gota de água lhe escapa e você a deixa passar, dentro da caixa lacrada essa umidade perde a saída e vai abafando a folha o transporte inteiro. Mesmo que no momento da expedição não

haja problema, na hora de chegar está danificado.

Ou seja, o trabalho pós-colheita não é um processo que só confirma o estado atual, mas um processo que decide aqui e agora o estado de algumas horas depois, de alguns dias depois. Por isso o critério de inspeção também se retrai: não só «se está dentro do padrão», mas deduzindo para trás a partir de «como estará ao abrir».

O primeiro passo dessa dedução para trás é você se fazer cliente. Tire uma caixa da expedição do dia. Em vez de deixá-la na prateleira de expedição, deixe-a repousar a mesma duração de transporte, na mesma faixa de temperatura, e abra-a você mesmo à hora em que o outro lado a abrirá. Então «sem problema no encaixotamento, gotas de água meio dia depois, murchamento um dia depois» se alinha no eixo do tempo com o que acontece na saída do seu próprio processo. Isso não adivinha para além, até a logística. É uma verificação baratíssima para separar só o dano que você já pôs dentro do seu próprio processo, antes de entregar à logística.

Os três tipos de deterioração

A deterioração que aparece com o passar do tempo convém não pôr tudo no saco de «o frescor caiu». Ao tocá-la com a mão, ela se divide em vários tipos. Porque a física que ocorre é diferente para cada um.

O **murchamento (desidratação)** tem a folha sem firmeza e leve. Se você pesa, deve estar abaixo do que estava na expedição. É um sinal de que, na fase que precede o resfriamento, a água está escapando da folha. Quando no meu campo saía murchamento, em geral tinha se alongado o tempo em que a folha ficava nua ao ar seco entre a colheita e o pré-resfriamento e a embalagem. Os lances são: não a deixar secar antes de resfriar e antes de embalar, e apertar os processos que expõem a folha. Se o murchamento tende a sair antes da embalagem, umidificar para conter o ressecamento em torno da folha também faz efeito. Só que é preciso cuidado: essa umidificação só faz efeito «antes da embalagem, no lado do murchamento». Se você deixa a umidade presa depois de pô-la no saquinho e fechar, desta vez pende para os dois tipos seguintes. Embora seja a mesma «água», conforme a situação o lance se inverte.

As **gotas de água (condensação)** aparecem em forma de gotas grudadas no interior do saquinho. É o tipo de ter lacrado ainda quente. Se você põe no saquinho e lacra uma folha

não resfriada até o miolo, a umidade de dentro perde a saída e vira orvalho no interior. Os lances são: baixar a temperatura até o fim antes de lacrar, ou passar a uma embalagem que a deixe sair. Ao contrário, se você lacra depois de resfriar até o miolo, o lacre antes tem uma faceta que joga a favor retendo a umidade. Não é que o lacre em si seja ruim, mas que o que faz efeito é ter lacrado antes de resfriar por completo.

A **putrefação (abafamento)** tende a sair no nível do fundo e no centro da caixa. É o tipo de ter empilhado antes de resfriar e de o calor do centro não ter saído. Os lances são: baixar a temperatura do miolo antes de empilhar, e empilhar de um modo que deixe passar o ar. Há aqui mais uma via que não se explica só com a temperatura e o modo de empilhar. Na putrefação também influi o número de micróbios que já estavam na superfície da folha. Se os utensílios ou os recipientes estão sujos, ela pega micróbios ali, e depois a umidade e a temperatura dentro do saquinho a fazem avançar. Então a contramedida contra a putrefação não é pôr equipamentos de sanitização especiais; primeiro, o recolhimento de sempre: lavar e secar os utensílios e recipientes usados, secar a água da bancada, não deixar acumular os restos que saem. Os micróbios estão por toda parte à base e não se podem zerar. Então mais do que «não os deixar entrar», «não os aumentar, não os espalhar». É a rotina de higiene que pertence ao piso da qualidade, antes mesmo de falar de tipos.

A quantos graus e em quantos minutos um tipo vira se move conforme a cultura, conforme a embalagem e conforme as condições logísticas. Aqui não se pode afirmar taxativo. Seguir uma caixa no seu próprio campo e confirmar onde aparece o tipo é o que é seguro.

Ordene os lances como «operação → consumíveis → equipamento»

Uma vez que você tirou lances por tipo, desta vez alinhe-os num outro eixo. Conforme o tamanho do trabalho e do dinheiro que custa mudá-los, os lances se dividem em três camadas.

A primeira é a camada da **ordem, do momento e do trajeto**. A ordem de resfriar, o modo de empilhar, o tempo em que se expõe a folha se mudam por operação a partir de hoje. Não custa dinheiro, basta decidir e fazer rodar. A ordem de tirar o estoque também está aqui. O que entra primeiro sai primeiro. Se você rompe isso e deixa o estoque velho estagnar na prateleira, você lhe dá justo esse tempo a mais para que a desidratação e a putrefação avancem. A higiene de lavar os utensílios e recolher a água se alinha também nessa camada

gratuita.

A segunda é o nível dos **consumíveis e do ferramental**. Trocar o material de embalagem por um que deixe a umidade sair, mudar a altura da prateleira, acrescentar acumuladores de frio. Dá para experimentar com um pequeno investimento e fica no raio dos consumíveis.

A terceira é a camada do **equipamento e dos contratos**. A câmara de pré-resfriamento, a embaladeira, a faixa de temperatura do transporte logístico são assuntos que se levam para cima.

O importante é a ordem. Primeiro aperte por completo a operação da primeira camada. Os tipos que desaparecem com isso não precisam de equipamento. Inverta a ordem e compre primeiro uma câmara de pré-resfriamento para um tipo que a operação poderia ter apagado, e por mais dinheiro que você gaste, esse tipo não desaparece. Dito isso, não quer dizer que «só com a operação tudo desapareça». Há também tipos que o retoque da operação não alcança, como a velocidade de baixar a temperatura do miolo ou o modo de lacrar. Então começar pela operação não é porque com a operação tudo desaparece, mas para separar barato, antes de comprar, «que tipos desaparecem com a operação e que tipos precisam de equipamento». E se você tem um registro da primeira camada que separou os tipos, ao levar para cima um assunto de equipamento ou de contrato você também pode dizer «para deter que dano, quanto». Os materiais do juízo estão reunidos.

O dano que se pode prevenir depois da colheita e o dano que se decide a montante. Mesmo apertando-o camada por camada, resta uma pergunta. O processo pós-colheita não decide «tudo».

O modo de distinguir é este. Siga uma caixa: sem problema na expedição, e meio dia depois, um dia depois, um tipo aparece. Murchamento, condensação, abafamento. Esse é o lado que se pode mudar depois da colheita. O dano que aparece com o tempo, é o seu próprio manuseio que o cria. Ao contrário, assim que você a abre o corte já está marrom, a folha já tem dano, a firmeza era fraca à base e ela murcha logo. Isso não saiu com o tempo, estava dentro desde o início. A escolha de variedade, o momento da colheita, o modo de cortar: decidiu-se na colheita mesma ou a montante dela, e por mais cuidado que você a manuseie depois da colheita não se recupera. O dano que entrou a montante, devolva-o a montante.

O trabalho pós-colheita não é o lugar de carregar tudo. O que se decide a montante, e o preço e a marca, não se mudam aqui. Mas o raio que você está finalizando aqui — o estado quando o cliente abre a caixa —, só isso, fabrique-o por completo com esmero. Que um lote uma vez comprado seja re-escolhido da próxima vez, ou vire reclamação e o negócio afine: o que separa os dois é se chegou no estado prometido ao abrir.

Convém observar que se você tem uma saída que direciona as folhas que não atingiram o padrão para uso de corte ou matéria-prima de processamento em vez do descarte, o que você não conseguiu prevenir por completo pela operação não fica em perda pura. Até onde se pode recuperar depende de como você monta os canais de venda, mas esse desenho da saída e o cálculo de para que tipo direcionar o investimento em equipamento são juízos ligados diretamente ao lucro. Ponho aqui só a entrada do raciocínio e cedo o afinamento aprofundado a «172 Dicas».

Gestão e formação dos funcionários

Até aqui o foco esteve nas mudas e nos números. A partir daqui entramos na última das três camadas: a camada das pessoas e da organização do trabalho. Só com a técnica e o equipamento, uma fazenda vertical não funciona. O que a move são as pessoas, e como você forma as pessoas governa em silêncio os resultados do campo. Comparado ao investimento em equipamento parece discreto, mas na realidade é aqui que mais faz efeito.

Ao ensinar, o primeiro muro é «a intuição daquela pessoa». O rendimento não se estabiliza. Você segue a razão e no fim sempre chega ao juízo de alguém específico. Conforme o dia em que essa pessoa está ou não, o campo muda. Você aumenta o pessoal e a reprodutibilidade não sai, e você tenta ensinar e a própria pessoa não põe bem em palavras: na raiz dessa inquietação há provavelmente uma ideia preconcebida. A premissa de que a intuição é a experiência e a engenhosidade de um indivíduo, inteiramente dele, e não se tira para fora. Tiremos uma vez essa premissa.

A intuição se pode dividir em três camadas

Um veterano decide de repente quando colher. Como entregar esse cálculo à pessoa seguinte. Não é assunto que se resolva fazendo um manual, mas com «olhe e aprenda» tampouco, porque o campo para no instante em que essa pessoa vai embora.

Se você tenta perguntar «o que você olhou para decidir?», o que volta em geral é «assim, meio na intuição». Mas se você observa bem, a cor da folha, a postura da planta, a diferença de crescimento por nível da prateleira: a própria pessoa está olhando várias coisas. Só que não as verbaliza; está olhando pistas fixas. Esse «assim, meio na intuição» não é mentira nem preguiça e provavelmente é um fato, mas «não conseguir pôr em palavras» e «não conseguir fazer dele uma forma» não são a mesma coisa.

Eu penso o juízo do veterano dividido em três camadas conforme a facilidade de padronização.

- **Primeira camada: o valor que um instrumento lê.** Fica como número, tal qual, sem passar pela sensação da própria pessoa. Só que como ler esse número — se está calibrado, onde se mediu, como tratar a diferença entre níveis se é uma prateleira de vários andares — já é assunto da camada seguinte. Mesmo em hortaliças de folha em fazenda vertical de luz artificial, na mesma sala o crescimento difere entre um nível onde o fluxo de ar estagna e um onde não, e com o número de um só ponto a realidade lhe escapa.

- **Segunda camada: o juízo que se ramifica por condições.** A parte de ramificação de «se a cor da folha é assim, nesta época, para este destino de expedição, então se colhe». Mesmo que a pessoa não saiba dizê-lo, se ao lado dela você pergunta muitas vezes «por que você não colheu agora?», candidatos de pistas se recolhem. Só que a explicação a posteriori às vezes difere do juízo real, então se coteja em várias ocasiões e com várias pessoas.

- **Terceira camada: o tato da mão.** A parte genuinamente difícil de quantificar, a que fica na mão até o fim.

A chave é não tentar fazer tudo forma desde o início. Como você põe as três camadas juntas no saco «intuição», fica difícil de entregar. Se você recolhe primeiro a parte que se verbaliza na primeira e na segunda camada, boa parte da intuição se pode aproximar dos pontos de passagem ordinários. O que resta é só a terceira camada, a que fica na mão. Como você não separa isso e diz «olhe e aprenda tudo», para no instante em que a pessoa vai embora.

O cálculo do momento de colheita é justamente uma situação onde se sobrepõem essas três camadas. Há uma referência próxima de um instrumento: os dias de crescimento desde a semeadura e o transplantio definitivo (primeira camada). Mas no fim você olha a aparência —

a cor da folha, a postura da planta — e decide colher agora ou esperar um dia. Essa leitura da aparência não se põe por completo em palavras e tende a ficar na mão (terceira camada). Pôr os números de base e entregar o cálculo final ao lado, por demonstração: olhando-o separado, põe-se em ordem até aí sem esforço.

A verbalização se dissolve no relatório diário dos tempos normais

Tirar o contorno da segunda camada perguntando dezenas de vezes ao lado custa bastante tempo e bastante mão de obra. E se você não o faz enquanto o veterano ainda está no campo, não chega a tempo. Contudo, o campo tende a começar às pressas só quando se sabe que essa pessoa vai embora.

Então, em vez de montá-lo como um projeto especial, dissolva-o no trabalho diário. Se você para o campo e senta o veterano ao lado para colher o depoimento, a pessoa fica na defensiva e não continua. Em vez disso, numa linha do relatório diário ou da passagem, acrescente uma razão **só nos dias em que o juízo se dividiu**. «Hoje não colhi, porque a cor da folha ainda não estava.» Se você tenta escrever todos os dias, nas épocas de trabalho é a primeira coisa que se omite. Se é uma linha, roda como prolongamento do trabalho cotidiano. Quanto a quem escreve, mais do que fazer o próprio veterano verbalizar, roda melhor que o jovem que trabalha ao lado anote numa linha «o quê, quando, como o fez». Como a pessoa só sabe dizer «assim, meio na intuição», é o lado que tem a pergunta que registra. Só que a parte do «porquê» não se preenche se o veterano não responder uma palavra na hora, então avance enquanto é tempo normal e ele ainda coopera. Quando se acumula, releia de vez em quando as razões que se repetem para reagrupá-las em ramificações por condição, e a linha que o jovem escreveu, que o veterano confirme depois numa palavra «se com esse entendimento está certo». Mais do que chegar a tempo, é criar em tempo normal um estado de estar a tempo.

A formação dos novatos também se apoia sobre essa separação. As bases vão para todos: a diferença entre uma fazenda vertical e a agricultura convencional; as bases da gestão do cultivo como temperatura, umidade, luz, CO₂ e solução nutritiva; os procedimentos de cada processo; o plano de higienização; o controle de qualidade; a gestão de segurança. Já que se junta ao trabalho, um mínimo de conhecimento é indispensável, e a higiene e a qualidade sobretudo com ênfase. As especialidades além — técnica de cultivo, gestão de

equipamentos, análise de dados — se entregam por etapas a quem terminou as bases. Essa parte de especialidade é justamente o território onde se amontoam a segunda e a terceira camada de há pouco.

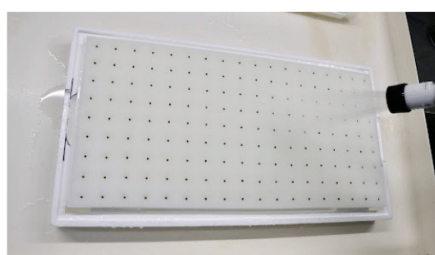
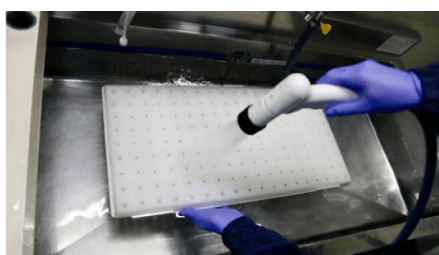
Há uma coisa que quero pôr com honestidade. Antes de perguntar «como entregar a intuição», há também o lance de perguntar se não dá para se livrar sem entregá-la. Aumentar a parte mensurável por instrumentos e empurrar a segunda camada para a primeira.

Reprojetar o trabalho para reduzir as situações que exigem juízo. Simplificar o critério para que aterrisse no mesmo procedimento quem quer que o faça. Se assim se pode reduzir o próprio volume de intuição, o trabalho de entregá-la também deixa de ser necessário. É a direção correta como linha principal, e o que se pode reduzir, melhor inclinar para lá. Só que a parte que a automação e a padronização não alcançam por completo resta de todo modo.

Então aqui trata-se de «depois de inclinar o que se pode, como entregar o que resta mesmo assim». Até onde inclinar para sistemas e onde gastar pessoas e custo: esse cálculo é o próprio juízo de reduzir opex, e o raciocínio aprofundado, cedo-o a «172 Dicas».

Quando essa separação se consegue, a intuição deixa de ser «algo que desaparece com cada pessoa».

O rigor do plano de higienização



Uma vez postas em ordem as pessoas, você passa ao alicerce do campo onde essas pessoas trabalham: a higiene. O campo de uma fazenda vertical arrasta sempre a relação com os patógenos e as pragas. No que os novatos mais tropeçam é neste plano de higienização. Porque, se você está convencido de que a higiene é questão da quantidade de limpeza de «quanto lavar», um dia você vai bater sem falta no muro em que, por mais que você lave, os números não baixam. Deixo primeiro a minha posição escrita. Os micróbios não se podem zerar. Por mais que você isole o prédio, há uma parte que entra misturada em pequena medida na água da torneira e na água da solução nutritiva, e onde se juntam

temperatura e água, sempre há em algum lugar. Por isso para mim, determinar «por onde entraram» os micróbios não me acha muito sentido. Há só duas coisas a controlar. Se você não está criando o lugar onde esses micróbios aumentam (o foco). E se você não está espalhando para um lugar que deveria estar limpo a contaminação que se concentrou num ponto. O plano de higienização começa por mudar a mentalidade: não é o trabalho de aumentar o número de lavagens, mas o trabalho de não aumentar, de não espalhar.

O motivo por que estagna mesmo aumentando o número de lavagens

«Aumentei de três vezes por semana para todo dia, e o número de micróbios da área de cultivo não muda em relação a antes.» Você engrossa o manual de procedimentos, acrescenta lugares a limpar, e de novo estagna no mesmo número sem baixar. Novato, aqui você tende a se angustiar com «minha limpeza é malfeita?», mas em geral não é um problema da quantidade de limpeza.

Ao caminhar pelo campo, você repara em algo curioso. A bancada que você limpa todo dia está razoavelmente limpa, enquanto sob uma prateleira que as pessoas mal tocam ou na junta de um cano — lugares que não entram no procedimento de limpeza — o número de micróbios é pior. O lugar que você lava e o lugar onde os micróbios aumentam estão, à base, desalinhados. Mais do que uma lavagem insuficiente, eu o vejo assim: nos lugares onde se acumulam a condensação e a matéria orgânica e que não secam, é fácil aos micróbios se instalarem. As hortaliças de folha usam água. Inevitavelmente, nos lugares baixos, nas juntas e em torno dos ralos se acumulam os restos de água e de solução nutritiva. Ali a temperatura e a umidade também são cômodas para os micróbios. Você engrossa o manual e aumenta os lugares a limpar, mas se resta o próprio foco de multiplicação, estagna; isso, eu o vi muitas vezes no campo. Então o que se olha primeiro não é a tabela de limpeza, mas «onde a água para e não seca». Se está projetado para que seque, à base a coisa nem chega a uma disputa do número de lavagens.

Na hidroponia, há mais uma coisa a cuidar. É o alerta de que o próprio fato de a solução nutritiva circular pelas instalações pode virar uma estrutura que impulsiona a multiplicação dos micróbios que se podem mover dentro da água. Só que aqui é fácil entender mal: a circulação em si não é um mal. Enquanto você assegura vazão suficiente e a faz girar normalmente, sem estagnação, não é que a circulação faça o risco disparar; esse é o meu

critério. O que vira problema são os lugares onde o fluxo para e a água estagna, os que nunca secam. Que os micróbios aumentem com facilidade no sistema de solução nutritiva depende em grande medida, antes do número de lavagens, do lado estrutural de se a água corre como deve e se não estagna.

Não levar a contaminação concentrada para a zona limpa: as mudas e o trajeto

Uma vez controlado o lugar onde eles aumentam, o que faz efeito em seguida é onde você concentra esses micróbios e para onde os espalha. Os micróbios em si estão por toda parte, tênues e em pequena medida. O problema é se resta nas instalações uma via pela qual os micróbios, que deveriam ser tênues, se concentram num ponto e são levados para a área de cultivo que deveria estar limpa.

Os portadores são, em geral, dois. Um são as mudas. O substrato e em torno das raízes são, à base, um lugar concentrado com mais micróbios. Se você as põe tal qual na área de cultivo, você põe contaminação concentrada num lugar que deveria estar limpo. Por mais que você lave a sala, a parte que vem grudada nas mudas não se reduz pelo número de lavagens. O outro é o trajeto das pessoas e das coisas. Produção de mudas, transplântio, colheita, embalagem: salas que deveriam diferir em limpeza acabam atravessadas de um lado a outro por carrinhos e pessoas. As rodas dos carrinhos, as botas, as luvas levam tal qual os micróbios concentrados do lado sujo para o lado limpo. Então o ponto a controlar é a estrutura de fixar num só ponto o lugar onde se recebem as mudas e montar o trajeto num só sentido, do mais limpo ao menos limpo. Não deixar refluir, não deixar voltar. Não introduzir os micróbios do lugar concentrado no lugar tênue. Se você controla isso pelo projeto, a limpeza posterior fica bem mais fácil.

Ao inspecionar o trajeto, se você divide uma vez as instalações em três por grau de limpeza, começa a se ver onde se cruza.

| Zona | Limpeza | Lugares principais | Ponto a controlar | | --- | --- | --- | --- | | Zona
contaminada | Baixa | Entrada da instalação, escritório, banheiro, sala de descanso | Deter a
contaminação trazida de fora | | Zona de transição | Média | Sala de preparo de materiais,
lugar de troca de roupa e lavagem das mãos | Não transferir contaminação para a zona limpa
| | Zona limpa | Alta | Áreas de semeadura, de cultivo e de colheita | Manter isto o mais limpo
possível |

Fixe o trajeto num só sentido: zona contaminada → zona de transição → zona limpa. Antes de entrar na zona limpa, passe sempre pela zona de transição e entre depois de tirar a sujeira pela troca de roupa e pela lavagem das mãos. Não entrar na zona limpa pulando a zona de transição: eis o básico. Se você o olha na sua própria instalação, os pontos estão mais ou menos fixados. Se pessoas e coisas vão como devem num só sentido, da sala mais limpa à menos limpa. Se há alguma situação em que um carrinho ou uma pessoa reflui de volta do lado baixo para o alto. Se a entrada de recepção das mudas está fixada num só ponto, ou se elas entram daqui e dali. Só de tornar visíveis os limites por um código de cor no piso e sinalização, o movimento das pessoas muda. Com funcionários que «tomam cuidado» sem mais, o ambiente higiênico se desarruma rápido. Pô-lo em ordem por regras e estrutura é o realista.

Problemas que se apagam pela estrutura e problemas que se movem pela operação

Até aqui, tanto o lugar onde os micróbios aumentam quanto a via pela qual se espalha a contaminação concentrada foram aparecendo como do lado estrutural da instalação. Então o que faz efeito em seguida é traçar a linha. O que você tem agora à frente, é «um problema que não desaparece se você não conserta a estrutura», ou «um problema que se alcança mudando o modo de limpar ou desinfetar»?

O que serve aqui é a ordem de «primeiro bata». Por mais que você fale primeiro de estrutura, as paredes da instalação existente não se movem na hora. Então tente primeiro mudar o modo de lavar e secar, que não custa dinheiro e se move a partir de hoje. Se os números baixam sem resistência, era um problema que a operação alcança. Ao contrário, se mesmo dobrando a limpeza reincide fielmente num lugar específico, numa estação específica — por exemplo, volta à mesma linha do lado sul só na estação chuvosa —, isso eu o vejo como sinal do lado estrutural. Que saia no mesmo lugar por mais que você bata, essa estagnação é justamente o que lhe ensina que o foco está do lado estrutural. Outra pista é se sai igual, no mesmo lugar, mesmo trocando de responsável. Se muda ao trocar de pessoa, é o lado do operador; se sai no mesmo lugar quem quer que o faça, é o lado estrutural: eis a separação. Mesmo sabendo que é o lado estrutural, retraçar divisórias ou declives na instalação existente vira quase uma reconstrução. Não dá para lhe pôr a mão na hora. Nesse caso, faça a operação fazer efeito «no lugar da estrutura». Fixe num só ponto o lugar por onde você põe

as mudas, e separe os carrinhos entre o lado mais limpo e o menos limpo sem misturá-los. Mesmo sem parede física, a introdução e o cruzamento se podem controlar com isso. Ou divida pelo tempo. Agrupe o trabalho limpo de manhã e o trabalho que suja à tarde, criando o sentido único pelo tempo. Só que, se você não intercala limpeza e secagem para resetar depois do trabalho sujo da tarde, essa sujeira se transfere para a manhã seguinte e o sentido único se rompe. Dividir e depois resetar uma vez sem falta: até aí é um conjunto. Em torno da água também, mesmo que você não possa consertar na hora o declive ou o dreno, só de drenar e secar os canos e tanques que deixam de ser usados depois da jornada e a água estagnada dos lugares baixos, a parte que estagna e aumenta se enfraquece bastante.

A desinfecção não é uma panaceia: a gestão de uma circulação normal em vez da sanitização

Há situações em que se põe a desinfecção (ozônio, UV, cloração da solução nutritiva) por cima da limpeza e da secagem. A limpeza é o processo de arrastar fisicamente a sujeira; a desinfecção é o processo posterior de matar por agentes os patógenos que restam mesmo depois de lavar. Não se deve inverter a ordem. Porque se você espalha desinfetante com a matéria orgânica e os resíduos vegetais ainda presentes, o efeito despenca.

Só que há uma coisa que quero dizer com firmeza aqui. A desinfecção não é um lance de panaceia que você põe e pronto. As desinfecções como o cloro, o dióxido de cloro, o UV e o ozônio de fato podem reduzir os micróbios. Mas o modo como agem muda muito conforme o tipo de micróbio adversário e conforme a concentração e o tempo de contato do agente, e não existe um tratamento padrão que aja sobre tudo com uma só coisa. Além disso há efeitos colaterais. O tratamento com ozônio pode baixar o ferro e o manganês da solução nutritiva, ou reduzir junto não só os patógenos visados, mas também os microrganismos benéficos que fazem um trabalho útil dentro da solução nutritiva. Reduzem-se os micróbios visados, mas raspa-se o «lado que cria»: os nutrientes da solução nutritiva e o equilíbrio de micróbios.

Por isso eu me alinho ao lado de aplicar a fundo a gestão de uma circulação normal, mais do que conter com equipamentos de sanitização. Assegurar vazão suficiente, fazê-la girar normalmente sem estagnação, lavar e secar. Sobre esse alicerce, pôr só a desinfecção necessária. A ordem é, acima de tudo, essa. Em vez de se apoiar por completo na desinfecção, acrescente a desinfecção como auxiliar ali onde você cortou o foco e a via pela

estrutura. Não «seguro porque pus equipamentos de sanitização», mas «se mantém limpo porque gira normalmente»: pense-o nessa ordem.

As três camadas que a palavra «segurança» agrupa

Se você aprofunda o plano de higienização, cedo ou tarde você bate na pergunta «nossas hortaliças são seguras?». Surgem situações em que lhe perguntam isso os compradores do destino de expedição ou os consumidores. Há aqui uma coisa que eu gostaria de deixar em ordem desde novato. A única palavra «segurança» agrupa na verdade três camadas de natureza distinta.

A primeira é a **camada do sem agrotóxicos**. Essa é a história de «o que você não pôs na entrada», e está perto de um rótulo de produto. Ela só diz o único ponto de que não se usou agrotóxicos. Da água, dos insetos, da higiene, a palavra «sem agrotóxicos» não garante nada. «Seguro porque sem agrotóxicos» também se pode dizer que é só colar a frase mais fácil de dizer em todas as preocupações.

A segunda é a **camada microbiana**. É o risco operacional de os micróbios aumentarem dentro da instalação e poderem se espalhar pelos condutos de água. Costuma-se dizer que uma fazenda vertical é segura porque é fechada, mas ser fechada significa também que, quando algo acontece dentro, tudo está conectado através da água e do HVAC. Se micróbios saem numa prateleira, eles podem montar o conduto de água e circular para a linha ao lado. A unidade para olhar a segurança passa de «uma planta» ao «raio conectado pelo conduto de água»: eis essa camada. Contudo, isso não é uma história de «fechada = aniquilação total garantida». Antes o contrário: uma instalação hidropônica que circula normalmente com vazão suficiente e é bem gerenciada tem, à base, baixo risco de os patógenos proliferarem. A chave é que o que se pergunta é como você divide esse conduto de água e como você mantém normal a circulação.

A terceira é a **camada do contrato**. Quando algo acontece, até que lote você remonta para recolher. Quando o equipamento para e uma área inteira fica inutilizável, como se movem o contrato e o seguro. O que de fato importa ao destino de expedição não é a presença de agrotóxicos, mas, em geral, isto: o acordo de quem arca com quanto quando se espalha.

A mesma palavra «segurança» agrupa na verdade três coisas de camadas diferentes. Por isso, se ao lhe perguntarem você responde misturando-as, não encaixa. Quando o

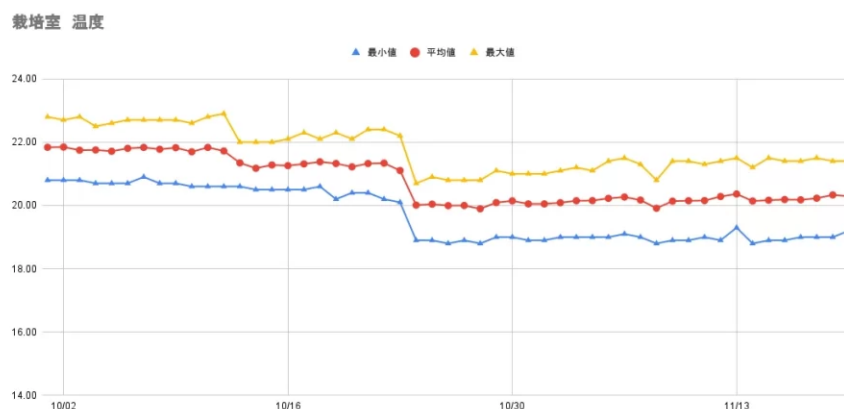
consumidor diz «sei lá, me parece artificial e me inquieta» e você lhe devolve o conteúdo técnico de «nós separamos os sistemas de água», você pode acabar inquietando-o mais: «é preciso gerenciar a esse ponto para não ser perigoso?». O que eu gostaria que você adquirisse desde novato é a atitude de extrair um só eixo do que inquieta o outro e devolver fatos só sobre esse eixo. Se perguntam os agrotóxicos, «não usamos». Se perguntam a água, «é uma solução nutritiva com fertilizante dissolvido, e gerenciamos assim a concentração e a renovação». Se perguntam a higiene, a história do zoneamento e da secagem. Mais do que afirmar taxativo que é segura, alinhar o que você faz e o que você não faz alcança melhor a inquietação do outro.

E lembre-se também de que o raio que você pode devolver com suas próprias palavras e o raio que você deve entregar à inspeção são coisas diferentes. A concentração da solução nutritiva e a frequência de renovação, a data de colheita, o ambiente de cultivo são os seus próprios registros, então se lhe perguntam você pode devolvê-los com suas próprias palavras. Por outro lado, os valores de análise de agrotóxicos residuais, a contagem de micróbios e a rastreabilidade da origem, por mais que você diga «nós o fazemos» ou «não usamos», isso é só a sua própria palavra e não vira uma prova que o outro possa usar como base da transação. É o raio que você deve entregar à inspeção e aos registros de um terceiro. Transmitir cedo «não cobrimos isso» do que você não pode produzir acaba sendo, no fim, mais digno de confiança do que forçar com «é segura».

As hortaliças de folha se expedem muitas vezes sem lavar depois da colheita, então o ambiente higiênico durante o cultivo vira tal qual o estado higiênico do produto. O plano de higienização é um trabalho discreto e sem fim. Nem o ponto em que você obtém uma certificação nem o ponto em que uma inspeção saiu negativa são a meta. Primeiro lave, seque e bata, e leia a estagnação que resta mesmo assim como sinal estrutural. Corte o lugar onde os micróbios aumentam e a via pela qual se espalha a contaminação concentrada, separe o que se pode apagar do que se move, e continue olhando onde reaparece. Essa atitude discreta é a que faz efeito no fim. Convém observar que como compor os itens de inspeção nas três etapas de causa, resultado e atitude, o que reforçar conforme o destino de expedição (grande varejo, food service, alimentação coletiva institucional), o afinamento dos valores de referência das especificações de compra e dos contratos e seguros, são assuntos que entram no território do design de negócio mais do que na gestão de operações no campo.

Ponho aqui só a entrada do raciocínio e cedo a prática aprofundada a «172 Dicas».

Análise de dados



Os processos até aqui foram deixando registros enquanto rodavam. Por fim, a análise de dados, que liga esse registro ao juízo. Ao ouvir «análise» você talvez se ponha na defensiva, mas o ponto de partida não é comprar um sistema novo, mas está bem mais à mão. É a história da ordem que convém controlar antes que um fornecedor lhe diga «primeiro aumentemos os sensores e coletemos dados».

Os registros se acumulam, mas olhá-los é depois do incidente

Você anota temperatura, umidade e volume de colheita no relatório diário, e registra também o custo elétrico todo mês. Que isso em si continue, há muitos campos assim. O problema é depois de anotá-lo. Se há alguém que o olha como deve, é duvidoso. Só quando a colheita cai você remonta pela primeira vez e se dá conta a posteriori de que «naquele momento o número estava mesmo estranho». O custo elétrico também acaba em olhá-lo e «que caro». Os dados já estão em abundância à mão, mas olhá-los é sempre «depois de algo ter acontecido».

O que falta não é um sensor novo. Quem olha, e quando, o que você já tem à mão: é aí que falta. Há dois modos de olhar: o «rastreo a posteriori» que remonta depois de o incidente ter acontecido, e a «inspeção periódica» que olha a ponto fixo em tempo normal, quando nada aconteceu. O rastreo a posteriori é tarde demais, então só serve para conferir a causa.

Então o que se decide antes de comprar um sistema novo é quem olha e quando, é só isso. Um modo que mantive no campo das hortaliças de folha em fazenda vertical de luz artificial: quinze minutos de manhã, uma pessoa lê em voz alta o relatório da véspera. Temperatura, umidade, volume de colheita, toda manhã mesmo sem anomalia. Então «está mais alto que de costume» se prende à fase de uma pequena sensação de estranheza, antes de virar um incidente. O custo elétrico também, só de olhá-lo por alto toda semana em vez de uma vez por mês, «só esta semana está estranhamente alto» começa a se ver como um HVAC funcionando demais ou uma porta que ficou sem fechar. Numa fazenda de luz artificial que faz girar sem parar a iluminação e o HVAC num ambiente fechado, no meu campo essa zona saía por primeiro.

O mesmo número, olhado depois de ter acontecido é um mero registro; olhado todo dia em tempo normal vira uma medida que mede «a diferença em relação ao de costume». A utilização dos dados avança muito só com essa virada por primeiro.

Faça da largura do normal uma medida, e não carregue o juízo numa só pessoa. Qual é o registro mínimo a reunir? Alinhados do ponto de vista de servir de base ao juízo de gestão, são três tipos: produção (o volume de colheita diário e, se possível, o rendimento comercializável), custo (o custo elétrico e o uso de mão de obra e de materiais) e qualidade (o padrão das expedições e quanto saiu fora do padrão). Esses costumam ficar dispersos separadamente em diferentes cadernos e recibos, então em vez de começar a medir algo novo, alinhe o que já existe num mesmo lugar. Fabricar o conjunto mínimo começa por aí.

Se você mantém todo dia a leitura em voz alta de quinze minutos da manhã, ao cabo de um tempo a leitura vira um rito. Acostuma-se e passa reto. Pelo que vi, isso acontecia quase sem falta. Então são precisos dois artifícios.

O primeiro é como fabricar a primeira medida. O que é «diferente do de costume» no início ninguém sabe. Então no início, resignando-se a não julgar, faça a única coisa de alinhar números. Se você alinha toda manhã a temperatura da mesma hora e do mesmo lugar, «o nosso é mais ou menos por aqui» aparece por si só como uma largura. Anote essa largura numa linha no papel — «a temperatura da manhã é por aqui» — com os valores reais do seu próprio campo. Uma vez que você põe em letras a largura do normal, a medida sai da sensação individual e fica a mesma quem quer que a leia. O truque é não tentar decidir o

critério correto desde o início.

O segundo é que, quando quem olha é uma só pessoa, a sensação se enviesa. A leitura, faça-a fazer por uma pessoa, mas o juízo, não o faça fazer por uma só. Quem lê pode ser fixo todo dia. Só que, unicamente quando ele pensa «isto me parece diferente do de costume», lance na hora a mais uma pessoa «você o que acha disto?». O que evita que se acostume e passe reto é, na verdade, também isto. Como se concentrar à perfeição todo dia é impossível, faça disso uma regra de que só quando algo se prende se diz em voz alta e se envolve uma segunda pessoa. A ideia é que, mesmo uma leitura por alto, basta que seja uma estrutura em que, se uma coisa se prende, dá para parar.

Que se acostume é a premissa. Deixe-o numa forma que se recolha mesmo acostumado. Uma operação que se apoia numa concentração perfeita, para começar, não dura. Decidir separadamente quem olha e quem julga é discreto, mas é um ponto que faz efeito.

Acrescentar medição vem depois de bater no muro da separação

Quando a leitura da manhã e o custo elétrico semanal lhe deixam recolher «diferente do de costume», vem sem falta o muro seguinte. O muro em que a diferença se vê, mas por que ficou assim não se separa com o registro à mão. Por exemplo, a colheita caiu e o custo elétrico também subiu, mas a temperatura do relatório está dentro da largura do normal. Aqui você não consegue dizer «é o HVAC, é a água, é outra coisa?». Com o registro à mão, a separação para. É aí pela primeira vez o sinal de «acrescentar medição». Ao contrário, se você acrescenta sensores antes de bater nesse muro, como não há hábito de olhar, no fim você acaba olhando-os e pronto. A ordem está invertida.

Onde essa ordem faz efeito sem resistência é num ambiente fechado como as hortaliças de folha em fazenda vertical de luz artificial. Porque as variáveis são relativamente poucas e o relatório diário e o custo elétrico recolhem muito. Numa estufa sacudida pelo ar externo e pela radiação solar, ou no território das hortaliças de fruto com muitas variáveis, certamente há situações em que sem várias medições desde o início a coisa nem começa, então tome o que estou pensando como, em todo caso, a história do lado do ambiente fechado.

Mais uma coisa: se você vai acrescentar medição, olhe também ao mesmo tempo se «quem a lê, e quando» se pode montar sobre a operação. Uma medição que se pode acrescentar como uma linha ao quadro dos quinze minutos da manhã dura. O que não se vê sem abrir

todo dia à parte uma tela dedicada, por mais que seja de alto desempenho, cedo ou tarde ninguém mais o olha. Isso também eu o vi muitas vezes no campo. Então quando você acrescenta, pense sem falta se você não pode deixar cair alguma linha velha. O quadro de leitura fixo em quinze minutos, e não aumente o número de linhas. Se a temperatura que você alinhou no início se estabiliza em «mais ou menos por aqui» e não sai por muito tempo, já não precisa dizê-la em voz alta toda manhã. Você pode deixá-la cair para confirmá-la de vez em quando semanalmente. Não aumente o quadro, troque o conteúdo. O juízo de acrescentar e o juízo de deixar cair vão juntos.

Medição que se faz girar num trilho à parte: detecção de falhas e calibração

Até aqui é a história de «a medição para a separação vem depois de bater no muro», mas à parte disso há também medição que se faz girar desde o início.

As anomalias como uma falha ou uma doença, em que quando você se dá conta é tarde demais e irrecuperável, não chegam a tempo com a leitura dos tempos normais. A medição que vigia em contínuo e lança alertas é algo que se põe sem esperar o problema. As horas também em que o olho humano não chega — de noite ou em falta de pessoal —, em vez de tentar preenchê-las por operação manual, deixam-se nas mãos da vigilância contínua.

A outra é a calibração da medida em si. Se um sensor devolve um valor desviado, até a largura do normal que você se deu o trabalho de anotar se deforma, e você cria um «rastreo a posteriori» do lado dos dados. A garantia de que o instrumento sai o valor correto se retoma periodicamente como premissa da operação. Junto com isso, o papel onde você anotou a largura, atualize-o e passe-o adiante toda vez que a pessoa muda. Essas duas coisas são o exemplo típico de por onde se rompe uma operação dependente das pessoas, então decidi-las desde o início é cômodo.

O começo não é um sensor, mas uma folha de papel

«Nós, à base, não pusemos nem sensores nem IoT, então utilizar dados é ainda coisa distante.» Há quem o sinta assim e pare na entrada, mas o começo não é um sensor, mas uma folha de papel. Se você ainda não registra nada, antes de ir comprar IoT, escolha um só número que já lhe preocupa e tente anotá-lo todo dia à mesma hora. Basta o valor do termômetro e o volume de colheita, ou mesmo só o custo elétrico que chega todo mês. O mais fácil de começar é o custo elétrico. Como chega todo mês em forma de fatura, você só

troca «olhá-lo e arquivá-lo» por «anotar o número deste mês ao lado do do mês passado, alinhado num mesmo lugar». Com isso já é uma utilização de dados em toda regra. A pergunta «quem olha, e quando» começa no instante em que os números a comparar viram dois.

A força de ler números alinhados cresce mesmo estreitando os itens. O que eu olhava com frequência no campo de luz artificial era a proporção de lixo que sai na remoção de folhas. Se você o deixa em «hoje houve muito lixo», não resta nada, mas do mesmo número se leem várias facetas: o esmero do trabalho daquele dia, algum defeito em algum ponto do processo de cultivo, se você não apertou demais as plantas. Mesmo com um só número, só de alinhá-lo ao lado da largura do normal e perguntar «por que hoje está alto?», muda a largura dos lances que você pode fazer. Antes de um equipamento caro, é esse modo de ler que faz mais efeito.

Por fim, um traçado de linha honesto. O que a operação do registro à mão pode cobrir é o raio de «dar-se conta de uma diferença e poder você mesmo pôr um lance». A temperatura diferente do de costume, uma porta que estava aberta, esquecer de fechar a rega: a causa está dentro da sua própria operação diária, e se a diferença se vê você pode esticar a mão e consertá-la. É aí que esse método faz mais efeito, e além disso é mais amplo do que muitos pensam.

Há só dois lugares onde você solta a mão. Um é o muro da separação. Quando a diferença se vê mas com o registro à mão você não pode separar a causa, e errá-la por palpite custa mesmo dinheiro. É aí pela primeira vez que você acrescenta medição e, se possível, pede que entre um especialista que lê esse tipo de dado como ofício. O outro é o que toca a capacidade elétrica, a fiação, os agentes químicos, a estrutura, isto é, a segurança ou o equipamento em si. Ali, você não experimenta de modo algum com a sua própria medida. Porque o preço do fracasso não é «a colheita cai», mas algo irrecuperável. A referência é esta. Se ao ler o número você entende «o que fazer», deixe-o no seu próprio quadro. Se a única coisa que você entende ao lê-lo é «é preciso alguém que saiba mais que eu», é aí o limite. E poder dar-se conta cedo desse limite é, em si, uma das coisas que o hábito de olhar todo dia lhe ensina.

Convém observar que se você se perde do zero em quais itens alinhar e como, distribuo tal qual os formatos de registro que usei no campo sob «13 modelos de gestão de operações no

campo». Mais do que algo para aplicar exatamente, acho que é melhor olhá-los como uma lista de verificação que ilumina o que falta e o que sobra no seu próprio campo. A história que aprofunda até o cálculo do valor ótimo e o juízo de redução de custos, cedo-a a «172 Dicas». Quando você conseguir mudar o registro à mão em medida, leia-o como o passo seguinte.

Resumo do capítulo 3

- A gestão de operações no campo se divide em três camadas: ler as mudas, vigiar os números e pôr em ordem as pessoas e o trabalho. Adquirem-se separadamente e só quando se encaixam é que o campo funciona. Primeiro ponha na cabeça o mecanismo e o modo de ler, e comece pela camada em que você está travado agora.
- O planejamento da produção se monta a partir da expedição, de trás para frente. Expedição, cultivo e mão de obra são três relógios de velocidade diferente, então segure os amortecedores (colchões) separadamente e, o cultivo só, mova-o com antecedência do lead time.
- O que se deve olhar na sementeira não é a taxa de germinação, mas a «homogeneidade». A largura do arranque se decide na entrada e absorvê-la depois custa dinheiro. Para a dispersão, suspeite primeiro da desigualdade de temperatura.
- A produção de mudas é um investimento no rendimento final. Não as deixe se estiolar; crie homogeneidade acima do tamanho. Quando as folhas começam a se sobrepor, é o sinal do transplântio.
- O espaçamento de plantio do transplântio definitivo se decide não pela conveniência de plantar, mas deduzindo-o para trás a partir da expedição (o tamanho visado e o peso vendável, e a facilidade de colheita).
- A colheita não é uma alternativa de «velocidade ou qualidade». Separe quando cortar, como se mover e com o que cortar, e primeiro nivele o piso da higiene. Levante o piso pelo projeto, e à diferença que resta só então chame-a de traquejo.
- O trabalho pós-colheita é o processo que decide agora o estado em que o cliente abre a caixa. Distinga a deterioração por tipo, e ordene os lances operação → consumíveis → equipamento. O dano que entrou a montante, devolva-o a montante.
- A intuição de uma pessoa se pode dividir em três camadas; o valor que um instrumento lê e o juízo que se ramifica por condições se podem dissolver no relatório diário dos

tempos normais e entregar. Incline para os sistemas o que se pode e entregue o que resta.

- A higiene não é «tampar a entrada», mas «não aumentar, não espalhar». Corte o foco (os lugares que não secam) e os portadores (mudas, trajetos), e gerencie por uma circulação normal em vez de se apoiar na sanitização.

- Para a análise de dados, «quem olha e quando» vem antes de um sensor novo. Faça da largura do normal uma medida e recolha a sensação de estranheza antes do incidente. O começo pode ser uma folha de papel.

O conhecimento que forma o alicerce do campo está agora, em geral, todo reunido. A partir daqui, torne sólidas no seu próprio campo as bases que você aprendeu, e sobre elas construa «como criar uma fazenda em que sobre lucro»; esse modo concreto de calcular, cedo-o a «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais», compilado com foco na rentabilidade. Primeiro, faça as bases deste capítulo se familiarizarem com as suas próprias mãos e olhos.

Epílogo

Até aqui, percorremos de ponta a ponta a visão de conjunto deste ofício que é a fazenda vertical: do futuro do setor aos fundamentos do cultivo, até a prática no campo. Agora que você terminou a leitura, já não é aquele novato que fica parado no campo sem entender o que está acontecendo. Seja olhando os equipamentos, os números ou a maneira como as pessoas organizam o trabalho, você já deve conseguir ter uma noção aproximada de onde cada uma dessas coisas se encaixa no todo. Antes de mais nada, dê a si mesmo o crédito por ter chegado até aqui.

Dito isto, vou ser honesto com você. Este livro não passa de um alicerce. O que escrevi aqui, só de ler, você assimila apenas pela metade. A outra metade só entra através da repetição: amanhã você tenta uma vez no campo, não sai como esperava, e tenta de novo. O conhecimento só se torna seu quando você o coloca em uso. Por isso escrevi este livro não para que se esgote sobre a mesa, mas para que você o leve consigo ao campo e o encha das marcas das suas próprias mãos.

E quando chegar a hora de erguer, sobre esse alicerce, a questão de «como construir uma fazenda vertical que deixe lucro», o conhecimento mais aprofundado, aquele ligado diretamente à rentabilidade, eu o reuni no volume irmão, «172 Dicas para Aumentar a Rentabilidade das Fazendas Verticais». Onde fixar o valor ótimo, como pô-lo na balança com o custo: é exatamente o que vem depois daquela linha que, neste livro, tracei várias vezes ao dizer «daqui para frente, este é o terreno que se afina com os números do seu próprio campo». E se você perceber que não consegue resolver tudo sozinho, ou gostaria que alguém desse uma olhada no seu próprio campo, também podemos trabalhar juntos diretamente por meio da minha consultoria. Que caminho seguir é algo que o seu próprio campo, tal como está hoje, decidirá por você.

Uma última coisa. Às vezes se diz que a fazenda vertical «não dá dinheiro». Mas eu, depois de mais de dez anos acompanhando hortaliças de folha no campo de uma fazenda vertical de luz artificial, estou convencido de que, conforme a maneira de fazer, ainda há margem de sobra para melhorar. Vi inúmeras vezes uma pequena melhoria voltar transformada numa diferença surpreendentemente grande. No campo onde você está prestes a se firmar também há, sem dúvida, margem que ninguém tocou ainda. Encontrá-la e pô-la em movimento: é esse

o trabalho daqui em diante.

Vá em frente. Espero por você no campo.