

## Artículo Técnico

# Fertilización líquida a la medida: Evolución técnica y tendencias actuales en nutrición de cultivos intensivos

La fertilización líquida a la medida se ha consolidado como una herramienta estratégica en sistemas de producción intensiva, particularmente en cultivos bajo invernadero, hidroponía y sistemas de fertirriego tecnificado. En la actualidad, su importancia se incrementa debido a la necesidad de mayor eficiencia en el uso de nutrientes, optimización de la mano de obra, reducción de pérdidas, sostenibilidad ambiental y control preciso de variables como pH y conductividad eléctrica (CE). Este artículo revisa los fundamentos técnicos del diseño de fertilizantes líquidos personalizados, enfatizando el papel crítico de la calidad del agua y la estabilidad fisicoquímica de las formulaciones.

## 1. Introducción

La agricultura moderna exige eficiencia, trazabilidad y precisión. En este contexto, la fertilización a la medida surge como una evolución del concepto tradicional de fertilización

**Por: I.A Pedro Alberto Bolívar Ch.**  
Director de línea FEEDMASTER®  
Agrointegral Andina S.A.S.



balanceada, integrando variables agronómicas, químicas y operativas.

El principio fundamental consiste en formular soluciones nutritivas ajustadas a:

- Requerimientos específicos del cultivo.
- Estadio fenológico.
- Sistema productivo (suelo, sustrato, hidroponía).
- Condiciones ambientales.
- Calidad del agua de riego.

Este último factor se reconoce actualmente como una de las variables más determinantes en la eficacia del fertirriego.

## 2. El agua como eje central del diseño nutricional

Los nutrientes solo pueden ser absorbidos por las plantas cuando se encuentran en solución. Por tanto, la calidad del agua condiciona directamente la disponibilidad, estabilidad y eficiencia de los fertilizantes aplicados.

### 2.1 Parámetros críticos de caracterización

#### pH

Determina la solubilidad y disponibilidad de macro y micronutrientes. Valores inadecuados pueden inducir precipitación o bloqueo nutricional.

#### Alcalinidad

Es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, determinada principalmente por bicarbonatos y carbonatos. Se expresa como  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  equivalentes de  $\text{CaCO}_3$ .

En 2026, el ajuste de alcalinidad previo al diseño de la fórmula se considera una práctica obligatoria en sistemas tecnificados.

#### Dureza

Relacionada con la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . Impacta el balance catiónico y la estabilidad de mezclas concentradas.

#### Conductividad eléctrica (CE)

Indica la concentración total de sales disueltas. Es clave en cultivos sensibles a salinidad y en sistemas cerrados de recirculación.

# agrointeGral

cosechas abundantes



## Un portafolio con respaldo integral

**syngenta**

*Levapan*

**Gowan®**

**MAX CONTROL**

**FeedMaster**

**GRUPO bioserviam**  
servimos para vivir

**NETAFIM™**  
An Orbia business.

**PQP**

**COSMOCEL®**

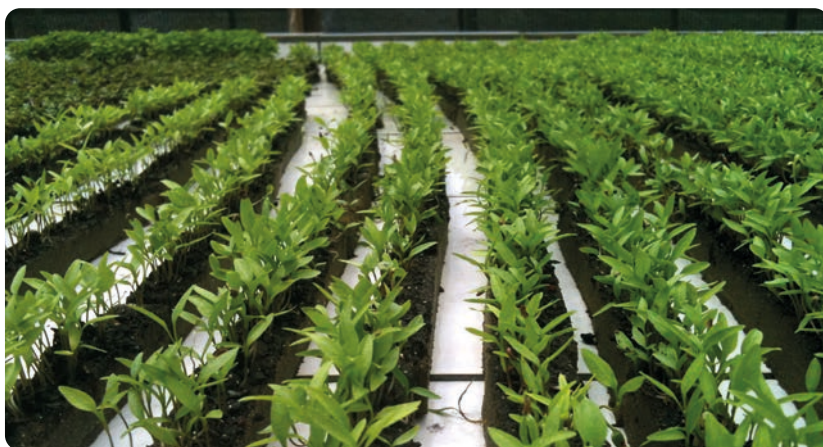
**PROGEN**  
PRODUCCIONES GENERALES S.A.

**YARA**

**POLAR**

**AGROINTEGRAL ANDINA S.A.S.**

Complejo Logístico Industrial Siberia (CLIS) - Vereda Vuelta Grande a 150m de la Glorieta de Siberia / Vía Cota - Chía. Bod. 23 y 24



### 3. Estabilidad y compatibilidad en fertilizantes líquidos concentrados

Uno de los principales retos técnicos en fertilización líquida es garantizar:

- Solubilidad completa.
- Compatibilidad entre fuentes.
- Baja temperatura de cristalización.
- Estabilidad fisicoquímica en almacenamiento.

El diseño moderno de fertilizantes líquidos debe considerar:

- Formulaciones más eficientes.
- Balance estequiométrico.
- Interacciones iónicas.
- Índices de saturación.
- Riesgo de precipitación de fosfatos y sulfatos de calcio.
- Quelatación estable de micronutrientes (DTPA, EDTA, EDDHA según pH).

Las tendencias actuales incluyen el uso de modelación química y simulación de soluciones nutritivas para predecir estabilidad y comportamiento en diferentes calidades de agua, además de la adición de fuentes para nutrición especializada.

### 4. Ventajas técnicas frente a mezclas de fuentes simples

Comparado con el manejo tradicional de fertilizantes sólidos individuales, la fertilización líquida a la medida ofrece:

- Optimización de la mano de obra.
- Mayor precisión en dosificación.
- Reducción de errores humanos.
- Menor riesgo de precipitados en líneas de riego.
- Optimización de costos operativos.
- Ajustes rápidos ante cambios fisiológicos del cultivo.
- Mejor control de pH y CE en tiempo real.

En sistemas de alta tecnificación (floricultura, berries, hortalizas premium), se considera actualmente una práctica estándar.

### 5. Tendencias actuales

- Integración con sensores de pH y CE en línea.
- Fertirriego automatizado con ajuste dinámico.
- Enfoque en eficiencia de uso de nutrientes (NUE).
- Reducción de lixiviación y huella ambiental.



- Desarrollo de formulaciones con micronutrientes altamente estables.

### Conclusión

La fertilización líquida a la medida representa una evolución técnica indispensable para la agricultura intensiva moderna. Su éxito depende del análisis integral del sistema productivo, siendo la calidad del agua el eje estructural del diseño nutricional. Hoy, más que una alternativa, constituye una herramienta estratégica para mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes y mano de obra, optimizar costos operativos y fortalecer la sostenibilidad de los sistemas productivos.

En este contexto, AgroiIntegral Andina S.A.S., a través de su línea de nutrición líquida a la medida FEEDMASTER®, se ha consolidado durante los últimos siete años como una alternativa rentable, técnica y confiable para la fertirrigación de cultivos intensivos. Su enfoque, basado en el diseño personalizado de fórmulas, el análisis detallado de la calidad del agua y el acompañamiento técnico permanente, ha permitido a numerosas fincas maximizar la respuesta productiva de los cultivos.

FEEDMASTER® no es simplemente un fertilizante líquido; es un sistema integral de nutrición diseñado para transformar la eficiencia técnica en rentabilidad sostenible.

