



EBOOK

EDICIÓN ESPECIAL
PARA PRODUCTORES



GUÍA EN CULTIVO DE SPIRULINA

Guía práctica para el cultivo y producción
a nivel artesanal y comercial

Elaborado por:

Néstor Chaucca



REACTORES RACEWAY

Diseño simple,
escalable y eficiente



CONTROL DE PARÁMETROS

Monitoreo de pH,
salinidad, temperatura
y más



MANEJO BIOLÓGICO DEL CULTIVO

Estado de la cepa,
filamentos, protozoarios
y basicidad



COSECHA Y PROCESAMIENTO

Métodos eficientes para
obtener biomasa de
calidad



MAYOR PRODUCTIVIDAD

Buenas prácticas para
cultivos estables y
rentables

MICROALGAS QUE TRANSFORMAN EL PRESENTE,
NUTREN EL FUTURO

CULTIVO DE SPIRULINA

Temas para el cultivo y producción de Spirulina de manera artesanal a escala

I LA ESPIRULINA PLATENSIS



1.1 Introducción página 1



1.2 Orígenes página 5

1.2.1 Generalidades

1.2.2 Algunas Investigaciones



1.3 Descripción página 7

1.3.1 Constitución Celular

1.3.2 Reproducción y Ciclo de Vida

1.3.3 Fases de Crecimiento



1.4 Parámetros de Cultivo página 10

1.4.1 Parámetros de Cultivo

1.4.2 Factores Químicos

1.4.3 Factores Físicos

1.4.4 Factores Biológicos



1.5 Criterios de Decisión página 24

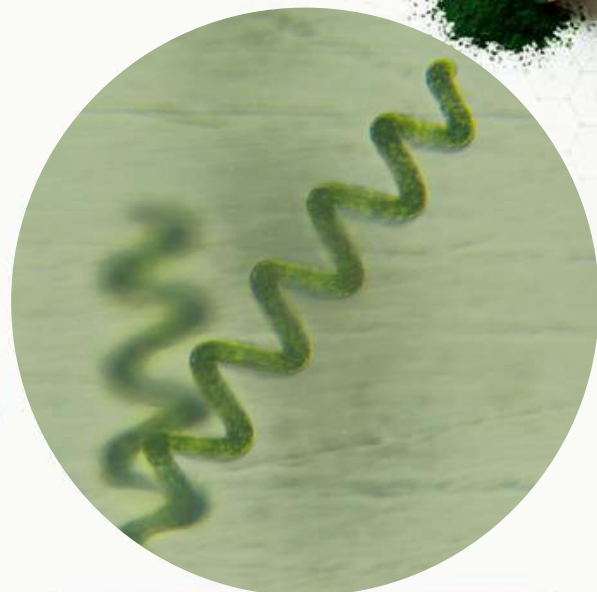
1.5.1 Sistemas de Cultivo

1.5.2 Criterios Técnicos

1.5.3 Selección de Sitio



1.6 Agitación de Cultivos página 28



SPIRULINA PLATENSIS

Microalga cianobacteria rica en proteínas, vitaminas y minerales.

Su cultivo es una alternativa sostenible para la alimentación humana y animal.

II GUÍA DE PRODUCCIÓN A ESCALA ARTESANAL



2.1 Introducción página 29

2.2 Medios de Cultivo página 32

2.2.1 Salinidad y Alcalinidad

2.2.2 Formulación de medio de cultivo

2.2.3 Fuentes de Agua para Cultivo

2.2.4 Sal Marina

2.2.5 Carbono inorgánico

2.2.6 Fuente de Nitrógeno

2.2.7 Sulfato de Potasio

2.2.8 Fuente de Fósforo

2.2.9 Fuente de Hierro

2.2.10 Nutrientes Alternativos



2.3 Inoculación página 38

2.3.1 Selección de Cepa

2.3.2 Mantenimiento de Cepas

2.3.3 Reactivación y reproducción de la cepa



2.4 Control de Crecimiento página 40

2.4.1 Productividad

2.4.2 Cálculos de Productividad

2.4.3 Medida de Concentración





2.5 Recolección, Filtrado, Conservación página 45

- 2.5.1 Filtrado
- 2.5.2 Lavado
- 2.5.3 Prensado
- 2.5.4 Spirulina Fresca
- 2.5.5 Spirulina Congelada
- 2.5.6 Spirulina Deshidratada



Spirulina Fresca



Spirulina Congelada



Spirulina Deshidratada



2.6 Atención al Cultivo página 52

- 2.6.1 Formación de sedimentos
- 2.6.2 Control de salinidad
- 2.6.3 Alimentar al cultivo
- 2.6.4 Control de microorganismos
- 2.6.5 Parada temporal de cultivo
- 2.6.6 Cepa de respaldo
- 2.6.7 Mantenimiento de los sistema de agitación

BUENAS PRÁCTICAS DE CULTIVO



Control de salinidad



Prevención de contaminación



Paradas programadas



Agitación continua

La atención constante asegura un cultivo saludable y una producción eficiente.

III PROCESO DE ESCALAMIENTO A NIVEL COMERCIAL



3.1 Introducción página 59



3.2 Escalamiento Volumétrico página 60

- 3.2.1 Cepa madre: 40 ml
- 3.2.2 Multiplicación en matraz Erlenmeyer (1 - 2 L)
- 3.2.3 Adaptación inicial en balde (10 - 20 L)
- 3.2.4 Adaptación en cubetas de 200 litros
- 3.2.5 Producción de inóculo en tanques IBC (1 000 L)
- 3.2.6 Reactores piloto de 35 m²
- 3.2.7 Reactores industriales tipo raceway



3.3 Escalamiento hidrodinámico página 70

- 3.3.1 Importancia de la Hidrodinámica
- 3.3.2 Criterio hidrodinámico en el flujo turbulento
- 3.3.3 Criterio Hidrodinámico para el escalamiento
- 3.3.4 Criterio Hidrodinámico de reactores
- 3.3.5 La Hidrodinámica en el diseño de las paletas



3.4 Escalamiento de potencias página 79

- 3.4.1 Diseño de paletas para agitación
- 3.4.2 Sistema de reducción de velocidad
- 3.4.3 Escalamiento de potencia por correlación



Diseño de paletas para agitación



Sistema de reducción de velocidad



Escalamiento de potencia por correlación

IV CULTIVOS AL AIRE LIBRE

- 
4.1 Introducción página 85
- 
4.2 Proceso de Producción página 86
- 
4.3 Efecto de la Intensidad Luminosa página 87
 - 4.3.1 Régimen de luz en el cultivo
 - 4.3.2 Auto sombreado y productividad
 - 4.3.3 Concentración celular y efecto de la agitación
- 
4.4 Fotoinhibición página 90
- 
4.5 Efecto de la Temperatura página 91
- 
4.6 Interacción de Temperatura y Luz página 92
- 
4.7 Efecto de alta concentración de oxígeno página 94



FACTORES CLAVE EN CULTIVOS AL AIRE LIBRE



Luz



Temperatura



Oxígeno



Agitación



Concentración
celular



Fotoinhibición

El control adecuado de estos factores mejora la productividad y calidad del cultivo de **Spirulina**.

V REGISTROS DE CONTROL

- 
5.1 Introducción página 95
- 
5.2 Registro de Control de Planta página 96
- 
5.3 Registros de Control de Proceso de Producción página 98
- 
5.4 Registro de Control de Parámetros Biológicos página 100



IMPORTANCIA DE LOS REGISTROS

Los registros permiten monitorear, analizar y mejorar continuamente el proceso de cultivo, asegurando calidad, productividad y trazabilidad.



Monitoreo



Análisis



Calidad



Trazabilidad

INTRODUCCIÓN

El cultivo de Spirulina puede comenzar con una pequeña cepa en laboratorio y avanzar progresivamente hasta sistemas artesanales y plantas de producción comercial. Sin embargo, escalar un cultivo no consiste simplemente en aumentar el volumen. A medida que el sistema crece, cambian las condiciones de iluminación, temperatura, circulación, mezcla, disponibilidad de carbono y distribución de nutrientes.

Por ello, el reto principal es mantener las condiciones de cultivo dentro de rangos controlables en cada etapa del escalamiento.

Esta guía propone un recorrido progresivo para comprender y manejar ese proceso. Primero se aborda la cepa de Spirulina, su selección, adaptación y conservación como cultivo de respaldo. Luego se desarrolla su reproducción y el escalamiento gradual hacia mayores volúmenes, hasta llegar a los sistemas de cultivo utilizados para producción, como las cubetas y los reactores tipo raceway.

Una vez establecido el sistema de cultivo, es necesario comprender cómo se comporta el medio de cultivo dentro del reactor. En este punto intervienen la hidrodinámica y la hidráulica, que permiten analizar la circulación del cultivo, la distribución de la biomasa, la exposición a la luz y las posibles zonas de acumulación. Estos criterios son fundamentales para diseñar correctamente el reactor y lograr una mezcla uniforme.

A partir de estas condiciones se desarrolla el sistema de agitación. El diseño de las paletas, el eje, el motor, el reductor y los elementos de transmisión debe responder a las dimensiones del reactor y al movimiento que necesita el cultivo. Por ello, el escalamiento incorpora también el cálculo y la correlación de potencia, buscando seleccionar una potencia disponible comercialmente que permita proporcionar la energía necesaria para mantener una adecuada circulación.

Paralelamente, el cultivo debe mantenerse bajo un control permanente de sus principales parámetros: pH, temperatura, salinidad, nivel, concentración, carbono, nutrientes, iluminación y agitación. Estos factores están relacionados entre sí y una alteración en uno de ellos puede afectar el crecimiento y la productividad. Por esta razón, el productor debe medir, registrar e interpretar los cambios antes de que se conviertan en pérdidas.

La siguiente etapa corresponde a la productividad y la cosecha. La guía explica cómo evaluar el crecimiento, determinar la concentración y productividad, establecer el momento adecuado para recolectar y controlar el rendimiento obtenido. Posteriormente, se aborda la transformación de la biomasa mediante filtración, lavado, prensado, secado, congelación y otros métodos de conservación.

Finalmente, se incorpora un sistema de registros de control de la planta, del proceso y de los parámetros biológicos. Estos registros permiten conocer qué ocurrió en cada reactor, identificar desviaciones, establecer posibles causas, aplicar acciones correctivas y verificar sus resultados. Así, la experiencia diaria del productor se transforma en información útil para mejorar continuamente el proceso.

En consecuencia, esta obra propone una visión integral del cultivo: partir de una buena cepa, escalar progresivamente, diseñar correctamente el sistema de circulación y agitación, mantener los parámetros bajo control, medir la productividad y gestionar adecuadamente la cosecha.

El principio que orienta todo el proceso es:

Escalar → medir → comparar → ajustar → controlar → producir

Porque una producción comercial exitosa no depende únicamente de tener un reactor más grande. Depende de conseguir que la biología de la Spirulina, el medio de cultivo, la hidrodinámica, la hidráulica, la agitación y el control de los parámetros trabajen de manera integrada, permitiendo obtener una producción estable, eficiente y sostenible.

Dedicatoria

A todos los productores de Spirulina del mundo.

A quienes, con esfuerzo, dedicación y perseverancia, cada día cultivan, experimentan e innovan para mejorar sus procesos de producción.

A quienes enfrentan los desafíos del cultivo, buscan nuevas soluciones, perfeccionan sus sistemas y transforman cada experiencia en conocimiento para producir una Spirulina de mayor calidad.

Esta obra está dedicada especialmente a quienes creen en el potencial de las microalgas y trabajan para llevar la Spirulina desde pequeños cultivos hasta sistemas de producción cada vez más eficientes, sostenibles y accesibles.

A todos ustedes, que con sus manos, conocimiento e innovación contribuyen a producir uno de los alimentos más completos y valiosos que nos ofrece la naturaleza: la Spirulina.

Por su esfuerzo, por su innovación y por su compromiso con el futuro de la alimentación.