



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 1013474-3 A2



★ B R P I 1 0 1 3 4 7 4 A 2 ★

(22) Data de Depósito: 28/12/2010

(43) Data da Publicação: 24/2/2015
(RPI 2303)

(54) Título: MÉTODOS E SISTEMAS PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS

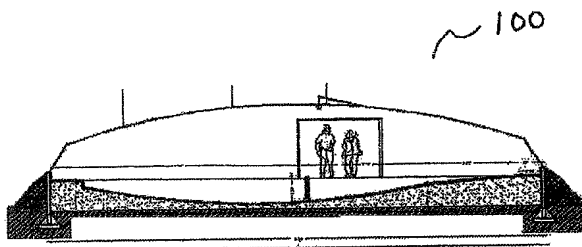
(51) Int.Cl.: C12M1/02; C12M1/12; C12P7/64

(30) Prioridade Unionista: 30/12/2009 US 61/291,337

(73) Titular(es): MARCELO GONZALEZ MACHIN

(72) Inventor(es): MARCELO GONZALEZ MACHIN

(57) Resumo: MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS O objeto da invenção é um sistema e método para cultivar uma biofamília de microalgas para a produção de lipídios. O método inclui o cultivo de uma biofamília de microalgas compreende várias espécies de microalgas em meio líquido em um nível de estresse em primeiro lugar. Uma parte do microalgas são expostos a um nível de estresse, segundo e colhida. Lipídios são extraídos da parte colhida. Também é descrito um sistema de cultura de uma biofamília de microalgas que compreende um tanque fechado contendo microalgas em meio de crescimento e ter um fundo inclinado, pelo menos um fotobioreator posicionado acima do lago, e uma bomba de circulação do meio de cultivo de microalgas, contendo entre a lagoa e o fotobioreator pelo menos um.



"MÉTODOS E SISTEMAS PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS"

Relatório Descritivo

Em geral, a presente invenção refere-se a produção de óleo utilizando microalgas. Em particular, sistemas e métodos para cultura de algas e colheita, bem como extração de petróleo.

As culturas de microalgas são uma alternativa de fonte renovável de óleo. Investigação e desenvolvimento nos últimos anos esforços têm sido direcionados para a otimização tanto das culturas de microalgas si, e os sistemas e os métodos utilizados para a agricultura e processá-los, com o objetivo de atingir grande escala de implantação comercial da produção de óleo de microalgas. A maioria das fazendas de algas selecionar uma espécie de micro algas de robustez desejável, taxa de crescimento e rendimento de óleo, e crescer de uma monocultura de algas em tanques abertos, tanques fechados, ou biorreatores. Cada uma destas abordagens tem vantagens e desvantagens.

As lagoas abertas podem ser categorizados como águas naturais (lagos, lagoas, lagos) ou lagos artificiais ou outros recipientes. A maioria dos sistemas utilizam grandes lagoas rasas, tanques, lagos circulares, ou lagoas pista. lagoas abertas são tipicamente mais fáceis de construir e operar do que a maioria dos sistemas fechados, e assim fornecer capital

significativo e vantagens de custos de operação. No entanto, eles têm uma pegada de grande porte (em especial, em comparação com diferentes desenhos), e sua produtividade de biomassa e eficiência são muitas vezes limitadas pela distribuição desigual de luz na utilização da lagoa e pobres luz pelas células, as perdas por evaporação, difusão de CO₂ para a atmosfera, e as taxas de transferência de massa baixa devido à insuficiência de mecanismos de agitação. Além disso, a contaminação por predadores e de outros heterótrofos rápido crescimento restringiram a produção comercial de microalgas em sistemas de cultura, aberto somente para aqueles organismos que podem suportar tais intrusos. Além disso, as lagoas abertas permitem pouco ou nenhum controle sobre a temperatura e outras condições ambientais e em torno da lagoa. Como resultado, a temperatura da água em que os níveis de produção são maximizadas pode ser difícil de manter, e as condições meteorológicas podem stunt o crescimento de algas. As regiões geográficas consideradas mais adequadas para esses sistemas de cultivo de algas têm sido quente, tropical seco ou zonas climáticas (por exemplo, Israel, Brasil, Arizona, Havaí).

As lagoas fechadas combinam lagoas abertas com uma tampa translúcida (por exemplo, feito de acrílico), que forma um efeito estufa acima da lagoa e facilita um maior controle sobre o meio ambiente. Isto pode eliminar muitos dos problemas associados a um

sistema aberto. Ele pode permitir que as espécies que estão sendo cultivadas para ficar em posição dominante, prorrogar o período de crescimento, e facilitar a produção durante todo o ano ideal se o efeito estufa ^f é a temperatura controlada. Além disso, a quantidade de dióxido de carbono pode ser aumentada nesses sistemas semi-fechados, o que, por sua vez, aumenta a taxa de crescimento das algas. Em contrapartida, os sistemas fechados lagoa custar mais do que as lagoas abertas, que normalmente resulta em um sistema menor. lagoas fechadas são comumente utilizados para o cultivo de spirulina comercial.

As algas podem também ser cultivadas em um fotobioreator (PBR), por exemplo, fechou um biorreator que facilita a exposição dos microrganismos nele contidas à luz, por exemplo, por ser translúcida ou pela incorporação de uma fonte de luz artificial. PBRs são tipicamente mais complexa do que tanques abertos ou fechados. Como lagoas fechadas, PBRs permitir às espécies cultivadas para ficar dominantes e ampliar a estação de crescimento ligeiramente se protegido e com um ano completo se aquecida, mas] gêneros] y necessitam de energia de arrefecimento significativo, especialmente em climas quentes. Porque PBRs estão fechados, todos os nutrientes essenciais precisam ser artificialmente introduzida no sistema para permitir o crescimento de algas. A PBR pode ser operado no modo "batch".

Alternativamente, um fluxo contínuo de água esterilizada, contendo nutrientes, ar e dióxido de carbono, podem ser introduzidos, e as algas podem ser colhidas à medida que crescem e causar excesso de cultura a transbordar. Uma vez que a PBR contínua é iniciado com êxito, ele pode continuar a operar por longos períodos. No entanto, se os cuidados suficientes não forem tomadas, reatores contínuos podem facilmente entrar em colapso. Uma vantagem de PBRs contínua que as algas colheita são, em geral, a "fase de log", contendo maior teor de nutrientes do que os velhos algas "senescentes". A produtividade máxima de um biorreator ocorre quando a "taxa de câmbio" (isto é, o tempo de troca de um volume de líquido) é igual ao "tempo de duplicação" (por exemplo, em massa ou volume) das algas.

Para aumentar a viabilidade comercial da produção de petróleo com micro algas, é desejável o aumento da produção de petróleo e eficiência global de micro sistemas de cultivo de algas e facilitar o crescimento de microalgas em uma ampla gama de condições ambientais.

A presente invenção fornece sistemas e métodos para facilitar a altas taxas de crescimento de algas, provocando aumento da produção de lipídios, e colher algas e extracção de petróleo a um custo menor consumo de energia e água do que métodos anteriores e é especialmente forte para ser capaz de minimizar o uso de

recursos independentemente do ambiente operacional do ambiente.

Os sistemas de cultivo de microalgas, de acordo com várias modalidades podem incluir tanto uma lagoa e um ou mais diferentes desenhos, utilizando assim as vantagens e minorar as desvantagens, das duas estruturas. Em uma modalidade, fotobiorreatores apartamento são dispostos ao lado (por exemplo, ao lado ou acima) de uma lagoa fechada (por exemplo, em cima do telhado da lagoa), e microalgas são reciclados através da lagoa e pelo menos um fotobioreator. O sistema pode, ainda, incluir um ou mais tubos cabeçotes microalgas onde residem e em que o CO₂ é injetado (adiante designada como os cabeçotes de CO₂, circuitos de CO₂, ou simplesmente cabeçotes). Os cabeçotes de CO₂ podem servir como ponto central a integração do sistema. Meio de cultura contendo microalgas podem fluir entre a lagoa / subsistema biorreator eo cabeçote CO₂ (s). Em algumas modalidades, o sistema inclui dois cabeçotes de CO₂. Durante a fase normal do crescimento de algas, as algas podem ser reciclados várias vezes por dia entre a lagoa / subsistema biorreator eo primeiro cabeçote, onde são fornecidas com CO₂ e nutrientes. Para colher as algas, podem ser realizados através de um segundo cabeçote, onde uma maior exposição à luz e CO₂ pode induzir a conversão de alguns de seus lipídios em outros, lipídios mais desejável. Em certas modalidades, estas algas estadia no

cabeçote do segundo para cerca de 24 horas, e depois são colhidos através de uma porta de colheita sobre o caminho de retorno a partir do segundo cabeçote.

As microalgas podem ser cultivadas em
5 água "salgada", por exemplo, água com salinidade entre a
de água doce e da água do mar (por exemplo, uma
salinidade de cerca de 30% da salinidade da água do mar a
quase puro fresco ou doce água). Para otimizar o
crescimento de algas, biomassa reciclada,
10 micronutrientes, dióxido de carbono, e / ou oxigénio pode
ser introduzida no sistema em um ritmo desejado, ea
temperatura, pH e condições de iluminação podem ser
controlados. A colheita pode envolver a indução de
coagulação algas, por exemplo, injetando dióxido de
15 carbono refrigerado no meio líquido. As paredes celulares
pode ser rompido através de um processo supercrítico-CO₂,
que pode ser mais eficiente em termos energéticos, como
resultado da gelificação de algas. Após a separação do
óleo a partir da matéria da planta, o óleo pode ser
20 refinado para produzir, por exemplo, os biocombustíveis,
biodiesel ou outras, bioquímicos, compostos nutricionais
e outros produtos úteis e valiosos que podem ser
produzidos a partir de óleos de algas puras e biomassa.

Em um aspecto, a invenção fornece
25 métodos para a produção de lipídios de microalgas. Em
algumas modalidades, o método inclui a crescer microalgas
em meio líquido em um nível de estresse em primeiro

lugar; colher uma porção do microalgas e extração de lipídios a partir da porção colhida. Em outra modalidade, o método inclui o cultivo de uma biofamília de microalgas compreendendo várias espécies de microalgas em meio líquido em um nível de estresse em primeiro lugar, em que pelo menos uma das espécies de microalgas é uma água profunda espécies de algas; colher uma porção do microalgas; e extração de lipídios a partir da porção colhida. Em outras modalidades, o método inclui o cultivo de uma biofamília de microalgas que compreende várias espécies dentro de um líquido em um nível de estresse em primeiro lugar, uma parte da colheita das algas micro expondo as microalgas para um segundo nível de estresse e extração de lipídios a partir da porção colhida . O meio líquido em um primeiro nível de estresse podem contêm nitrogênio, amônia, nitrato de amônio, acetato de amônio e carbonato de cálcio. Em algumas modalidades, o meio líquido é água com uma salinidade de entre cerca de 1% e cerca de 50% da salinidade da água do mar. O meio líquido pode ser mantido entre um pH de 6,5 a 8,5 e / ou podem ter uma concentração de CO₂ de 0,8 kg / kg de biomassa.

Em algumas modalidades, as microalgas são colhidas em uma concentração de algas igual ou superior a 36 g / L. A colheita das microalgas podem incluir a exposição a micro-algas para um segundo nível de estresse. O segundo nível de estresse podem incluir uma combinação de luz, CO₂ adicionais, e um gatilho

químico que inclui nitrogênio, amônio, nitrato de amônio, acetato de amônio, carbonato de cálcio e zinco (por exemplo, 0,3% de nitrogênio, amônia 0,5%, 0,3% de nitrato de amônio, acetato de amônio 0,5%, um aumento de 30% de 5 carbonato de cálcio e 1% de zinco).

A colheita de micro algas pode ainda incluir induzir gelificação das algas e separando as algas gelificada do meio líquido. Gelificação pode incluir injetar CO₂ refrigerados no meio líquido.

10 Microalgas podem ser colhidos de forma contínua, semi-contínuo, ou em um lote. A taxa de colheita as microalgas podem ser substancialmente equivalente a uma taxa de crescimento das microalgas. Lipídico pode ser extraído através da introdução de dióxido de carbono super-crítico

15 para as algas gelificada. Em algumas modalidades, a extração de lipídios podem incluir a separação da camada lipídica das algas ou restos de algas. Em outras modalidades, os lipídios podem ser extraídos pela ruptura da micro algas usando um laser ou microondas.

20 [0013] Em um aspecto, o sistema de cultura de uma biofamília de microalgas inclui um tanque fechado contendo microalgas em meio de crescimento e ter um fundo inclinado, pelo menos um fotobioreator posicionado acima do lago, e uma bomba de circulação de micro-algas

25 contendo meio de crescimento entre a lagoa no fotobioreator pelo menos um. A bomba pode ser configurada para circular o crescimento da microalga meio contendo

várias vezes por dia (por exemplo, pelo menos duas vezes por dia, ou, pelo menos, seis vezes por dia). Em outra modalidade, a bomba pode ser configurado para distribuir as microalgas contendo meio de crescimento a uma taxa
5 igual à capacidade máxima de absorção das cepas de algas e seus mutantes. Em certas modalidades, a parte inferior inclinada da lagoa está configurado para induzir o fluxo do meio de cultivo de microalgas, contendo a partir de uma altitude de baixa altitude. A bomba pode ser
10 posicionada na baixa elevação da lagoa. Além disso, o fundo inclinado pode ser configurado para continuar a provocar turbulência no meio de crescimento de microalgas que contém.

Em algumas modalidades, o sistema
15 pode ainda incluir um cabeçote com uma tubulação de entrada de fluido e uma saída de fluido, cada um sendo fluidicamente ligado à lagoa. Em outras modalidades, o sistema pode ainda incluir uma estação de tratamento de água aliado fluídico ligado a uma segunda entrada de
20 fluido do cabeçote do tubulação, uma fonte de dióxido de carbono fluidicamente conectados às portas injeção de tubos colectores e / ou uma colheitadeira.

Em certas modalidades, o sistema pode ainda incluir um cabeçote com uma tubulação de entrada do
25 fluido fluidicamente ligado ao lago e uma saída de fluido fluidicamente ligado à colhedora. Em algumas modalidades, o sistema também pode incluir uma fonte de dióxido de

carbono fluidicamente conectados às portas da injeção do cabeçote da tubulação. Além disso, o cabeçote da tubulação pode incluir diodos emissores de luz.

A descrição dos elementos do encarnações de um aspecto da invenção pode ser aplicada em um ou mais aspectos complementares da invenção também.

O acima exposto será mais facilmente compreendido a partir da seguinte descrição detalhada, em especial, quando tomado em conjunto com os desenhos, em que:

A figura 1 é desenhos esquemáticos descrevendo um sistema de cultivo de microalgas, incluindo uma lagoa fechada e fotobiorreatores de acordo com várias modalidades;

A figura 2 é um diagrama esquemático de um sistema integrado para o cultivo e produção de petróleo a partir de microalgas, de acordo com várias modalidades;

A figura 3 é um cromatograma ilustrando a composição do óleo produzido a partir de microalgas, de acordo com uma modalidade, e

A figura 4 é um desenho esquemático de um aparelho gelificação de acordo com várias modalidades.

Os termos "micro algas" ou "culturas de microalgas", conforme usado aqui, inclui plâncton (fitoplâncton, por exemplo, (por exemplo, as

cianobactérias, diatomáceas e dinoflagelados), zooplâncton e bacterioplâncton), micro algas (microalgas, por exemplo, autotrófico, micro algas heterotróficas, microalgas e eucarióticas), macroalgas, outras bactérias, 5 fungos (por exemplo, o fermento) e geneticamente modificada cianobactérias, microalgas, macroalgas, bactérias e / ou fungos. culturas de microalgas também podem conter vírus, enzimas e / ou plantas que podem ser incluídos ou adicionado ao cultivo de microalgas para a 10 produção de lipídeos aumentou. Em certas modalidades, uma cultura de microalgas pode incluir dois ou mais cianobactérias ou outras espécies de algas, pelo menos, alguns dos quais estão em uma relação simbiótica com os outros. Duas ou mais espécies de microalgas que são 15 cultivadas em conjunto e que pode estar em uma relação simbiótica com os outros são referidos como "biofamília de microalgas" ou "biofamília". A biofamília pode, por exemplo, incluir pelo menos dois, pelo menos, cinco anos, pelo menos, dez, pelo menos, doze, pelo menos, quinze, ou 20 pelo menos dezoito espécies diferentes.

1. Sistema de cultivo de microalgas

Em algumas modalidades, microalgas são cultivadas em um sistema de loop fechado que combina uma lagoa fechada, fotobiorreatores um ou mais, de 25 preferência, um cabeçote de CO₂. A FIGURA 1 ilustra um sistema exemplar 100. A lagoa tem tipicamente dimensões horizontais na faixa de alguns metros a algumas centenas

de metros e uma profundidade da ordem de poucos metros. Por exemplo, em uma modalidade, a lagoa tem 90 metros de comprimento, 45 metros de largura, 4,5 metros de profundidade no ponto mais profundo, e tem um volume de meio de cultura (ou seja, as microalgas contendo água e vários nutrientes) de cerca de 136.000 litros (ou cerca de 178.000 litros, incluindo a lagoa, PBR (s), e qualquer encanamentos). Em concretizações típicas, a lagoa está completamente fechado por uma tampa ou cobertura (por exemplo, uma cobertura em forma de cúpula, tampa retangular ou triangular capa), que pode ser feito, por exemplo, de vidro ou de plástico de alta qualidade térmica, como acrílico e outros materiais especializados apropriados para o clima e as condições de meta de crescimento (por exemplo, à radiação UV e / ou luz plásticos filtragem). A temperatura ea umidade dentro e acima do tanque (debaixo da cobertura) pode ser controlada através de ventilação adequada, e / ou com equipamentos adicionais, tais como aquecedores, resfriadores, umidificadores / desumidificadores e / ou uma fonte de energia solar / térmica, uma fonte do solo, uma fonte de água, bombas de calor e / ou calor residual do processo de co-geração térmica ou outras. Por exemplo, tubos radiantes podem ser instalados no fundo da lagoa. Em algumas modalidades, a lagoa está localizada junto a um corpo d'água natural que serve como um tanto uma fonte de calor eo dissipador, proporcionando meios de baixo

custo para aquecimento ou resfriamento do tanque, usando uma bomba de calor ou trocador de transferência de calor do que o corpo de água para a lagoa ou vice-versa, conforme a época e a temperatura ambiente exige.

- 5 Alternativa ou cumulativamente, calor residual de outros subsistemas do micro unidade de produção de óleo de algas pode ser recuperado e usado para aquecer a lagoa ou uma unidade de ciclo de refrigeração, permitindo maior poupança de energia.

- 10 A lagoa pode ter um fundo inclinado, o que faz com que o meio de cultura para o fluxo de um altitude elevada (por exemplo, a parte rasa da lagoa) a baixa altitude (por exemplo, o fundo da lagoa), devido à gravidade, eliminando ou pelo menos reduzir a necessidade
15 de bombas ou pás para estabelecer o fluxo dentro da lagoa. Além disso, o perfil de curvatura da parte inferior pode ser projetado para induzir turbulência e, assim, uma mistura completa de, a médio prazo, o que pode reduzir microalgas resolver, por transportar naufrágio
20 micro algas de volta à superfície. A lagoa pode incluir um divisor ou partição para criar uma grande altitude e baixa altitude dentro da lagoa. meio líquido na lagoa pode fluir de uma grande altitude a uma baixa altitude por gravidade, sem o uso de uma bomba ou uma pá para
25 induzir fluxo. Em algumas modalidades, contra corrente e do fluxo a partir do telhado pode ser usado para fornecer a turbulência adicional e mistura, reproduzindo as

condições naturais. No final de profundidade da lagoa, o meio pode ser coletada em um poço de drenagem, e bombeada para pelo menos um fotobioreator, que estão dispostos adjacentes, por exemplo, acima, a lagoa. Do fotobioreator (s), o líquido escoar por gravidade de volta para a lagoa, criando um efeito de sucção que reduz substancialmente o bombeamento de energia total necessária para o sistema. A bomba pode ser configurado para média percorrer a lagoa vezes / sistemas de biorreatores várias vezes por dia. Além disso, o cárter da bomba e de drenagem pode ser configurado para otimizar o nível de assoreamento na lagoa. Apesar de um maior grau de sedimentação do que a encontrada nas lagoas do estado da técnica é desejável, alguns sedimentos podem ser benéficos como um nutriente para estimular a produção de algas. Em certas modalidades, o sistema é projetado e operado para atingir as concentrações de sedimentos semelhantes aos encontrados nas colunas de água natural.

A lagoa pode ter um fundo inclinado, o que faz com que o meio de cultura para o fluxo de uma grande altitude (por exemplo, a parte rasa da lagoa) a baixa altitude (por exemplo, o fundo da lagoa), devido à gravidade, eliminar ou pelo menos reduzir a necessidade de bombas ou pás para estabelecer o fluxo de dentro da lagoa. Além disso, o perfil de curvatura da parte inferior pode ser projetado para induzir turbulência e, assim, uma mistura completa de, a médio prazo, o que pode

reduzir microalgas resolver, por transportar naufrágio micro algas de volta à superfície. A lagoa pode incluir um divisor ou partição para criar uma grande altitude e baixa altitude dentro da lagoa. meio líquido na lagoa
5 pode fluir de uma grande altitude a uma baixa altitude por gravidade, sem o uso de uma bomba ou uma pá para induzir fluxo. Em algumas modalidades, contra corrente e do fluxo a partir do telhado pode ser usado para fornecer a turbulência adicional e mistura, reproduzindo as
10 condições naturais. No final de profundidade da lagoa, o meio pode ser coletada em um poço de drenagem, e bombeada para pelo menos um fotobioreator, que estão dispostos adjacentes, por exemplo, acima, a lagoa. Do fotobioreator (s), o líquido escoar por gravidade de volta para a lagoa,
15 criando um efeito de sucção que reduz substancialmente o bombeamento de energia total necessária para o sistema. A bomba pode ser configurado para mídia percorrer a lagoa vezes / sistemas de biorreatores várias vezes por dia. Além disso, o cárter da bomba e de drenagem pode ser
20 configurado para otimizar o nível de assoreamento na lagoa. Apesar de um maior grau de sedimentação do que a encontrada nas lagoas do estado da técnica é desejável, alguns sedimentos podem ser benéficos como um nutriente para estimular a produção de algas. Em certas
25 modalidades, o sistema é projetado e operado para atingir as concentrações de sedimentos semelhantes aos encontrados nas colunas de água natural.

O fotobiorreatores pode ser tela plana e de formato retangular. Entende-se que o tamanho eo número de diferentes desenhos (por exemplo, painéis) podem ser dimensionados em função do tamanho da lagoa, local as condições de crescimento e de espaço ou limitações. Em algumas modalidades, em que a inibição de fotos pode ser motivo de preocupação, os painéis podem ser limitados e / ou implantados ou utilizados com parcimônia, com sombreamento e vice-versa, onde a incidência solar local é baixa. Os painéis incluem tubos translúcidos, tipicamente entre cerca de 1 mm a cerca de 20 cm de diâmetro (por exemplo, de cerca de 1 mm a cerca de 10 cm de diâmetro, cerca de 1 mm a cerca de 5 cm de diâmetro, cerca de 1 mm a cerca de 1 cm de diâmetro , ou cerca de 5 mm a cerca de 1 cm de diâmetro), que pode ser organizado de forma meandros, como em uma caixa translúcida. Em algumas modalidades, a carcaça é feita de vidro que é texturizado, de modo a aumentar a dispersão e concentração de luz na tubulação. Os materiais que podem ser utilizados para a tubagem e / ou habitação são bem conhecidas na arte.

Na operação, os fluxos de algas contendo meio através do tubo, onde é exposta à luz do sol ou de fontes externas de luz artificial. Para aumentar a eficiência energética global do sistema, as fontes de luz artificial usado pode ser direta ou indiretamente com energia solar. Por exemplo, uma bateria

pode ser carregada durante vezes ao dia através de células solares, e depois servir como uma fonte de energia para lâmpadas, LEDs, ou outras fontes de luz que são capazes de fornecer a exposição à luz a qualquer

5 momento. Para evitar a formação de uma película de algas na parede tubo interior, limpa interna pode ser incluído na tubulação. Por exemplo, limpa-o em forma de anel pode ser operado com sistema push-pull automatizado para limpar periodicamente os tubos. Em certas modalidades, os

10 fotobiorreatores internos incluem ainda fontes de luz, tais como matrizes de LEDs que pode ser afixada à tubulação para proporcionar suplementar, nivelamento de luz durante todo o ano. LEDs também podem ser usadas para expor as microalgas para comprimentos de onda

15 selecionados, que pode ser vantajoso para o crescimento das algas. Em algumas modalidades, os fotobiorreatores incluem ainda sensores de luz, que pode ser usado para automatizar o controle dos LEDs e / ou outras fontes de luz artificial à base de ciclo diurno. Os painéis

20 fotobioreator podem ser arrançadas em uma forma de azulejos na capa da lagoa, e podem sombra a lagoa. Em algumas modalidades, micro algas na lagoa experiência condições de iluminação noturna como, enquanto microalgas no fotobiorreatores experiência do dia-como iluminação.

25 Bombeando as algas meio contendo periodicamente ao longo da lagoa e fotobiorreatores, um ciclo dia-noite pode ser simulado. É contemplado aqui que o tamanho eo número dos

fotobiorreatores pode ser dimensionado de acordo com o tamanho da lagoa para o controle (por exemplo, maximizar) o ciclo do meio-algas contendo entre a lagoa e os fotobiorreatores adequados à espécie e as condições locais do ambiente como requisitos de projeto e as metas de impacto. Em certas modalidades, o fluxo da cultura de microalgas da lagoa para o fotobiorreator (s) de volta para a lagoa é contínuo para controlar a quantidade de exposição à luz e nutrientes fornecidos para as células.

O sistema de 100 descrito na figura 1 pode ser integrado com uma fonte de CO₂, a funcionalidade de controle ambiental, e / ou equipamentos para a colheita das microalgas e extração e purificação do óleo, conforme ilustrado esquematicamente na A FIGURA 2. Nesse sistema integrado de 200 exemplares, o CO₂ é capturado a partir de pilhas industriais de escape CO₂, utilizando um sistema de absorção de CO₂ 204. O gás de combustão pode ser entregue ao sistema de absorção de 204 por meio de tubulações de ar-refrigerado que reduz substancialmente a temperatura do gás antes que o gás entre em uma câmara fechada, na qual pode ainda ser arrefecido por água pulverizada. O gás resfriado em seguida, passa por uma queda shell-filtro para filtração de partículas, a neutralização do ácido e, se necessário, remoção de metal pesado. O gás filtrado continua a um cilindro de armazenamento de nivelamento de carga e de back-up.

Um sistema de entrega de CO₂ serve

para emitir CO₂ a partir do cilindro de armazenamento para a cultura de algas micro. O sistema de distribuição pode compreender uma ou mais CO₂ cabeçotes tubulação 206 tendo um diâmetro do tubo de, por exemplo, de duas
5 polegadas, e tubulações adicionais que liga o cabeçote para a lagoa / sistema fotobioreator 208. Em algumas modalidades, dois conectores são usados 206 tubos, que podem alternativamente funcionar como um ciclo de alimentação, em que as algas sofrem de crescimento
10 normal, ou como um ciclo de colheita. A saída dos dois cabeçotes de "Y" de modo que a direção do fluxo de cultura de algas pode ser controlado automaticamente para retornar às lagoas ou enviados para a colheita. Os 206 cabeçotes podem ser interligados para fornecer
15 redundância em caso de falha de um ou outro.

Durante o ciclo alimentar, as algas contêm médio é continuamente reciclado através do cabeçote de CO₂ em primeiro lugar, que serve principalmente para fornecer nutrientes e CO₂ para a
20 cultura de algas. gás filtrado é injetado no tubo de 206 pontos de injeção, distribuídas e em uma taxa que pode ser continuamente ajustado para a taxa de absorção de CO₂ pelas algas. Esta taxa de absorção pode variar dependendo, por exemplo, o ciclo de crescimento das
25 algas, a temperatura da disponibilidade, média de nutrientes, condições de iluminação, ou uma combinação dos dois. Em certas modalidades, 0,8 kg de CO₂ são

fornecidos para cada kg de biomassa de algas (ver Tabela 1). A exposição aos nutrientes CO_2 e proscritos e condições de crescimento leva a uma gradual e contínua sublinhando das algas, resultando na produção de lipídeos aumentou. Devido à introdução de CO_2 , se não compensado, seria aumentar a acidez do meio, carbonato de cálcio (CaCO_3) também pode ser injetado como necessário para equilibrar o pH. Normalmente, o pH do meio é mantido em uma faixa entre 6,5 e 8,5. A quantidade de CaCO_3 necessário para equilibrar o pH é determinado experimentalmente e depende da composição específica do meio, particularmente a quantidade de oxigênio dissolvido, óxido de azoto e óxidos de enxofre, ea actividade biológica do microalgas.

Para além do CO_2 e CaCO_3 , uma mistura de nutrientes que contribui para o estresse pode ser injetada. Em algumas modalidades, a mistura de nutrientes inclui nitrogênio (em um montante que resulta em uma concentração de cerca de 0,3% na média), amônia (em um montante que resulta em uma concentração de cerca de 0,5% na média) de nitrato de amónio, (em um montante que resulta em uma concentração de cerca de 0,3% no médio prazo, e acetato de amónio (em um montante que resulta em uma concentração de cerca de 0,5% na média), como exemplificado na Tabela 1. A temperatura do meio de cultura é, em concretizações típicas, cerca de 15 DC, durante a fase de crescimento normal. As tubulações do

encabeçamento 206 pode ser opaco para expor as algas para as trevas, ou translúcido para permitir a penetração de luz, dependendo da espécie de algas e as condições de crescimento desejado. Em algumas modalidades, LEDs são
 5 implementados no cabeçote 206 para facilitar o controle sobre o nível de luz que as algas estão expostas.

Tabela 1: Perfil de Stress para espécies de microalgas

Composto	Nível normal de crescimento	Nível de estresse na colheita
Nitrogênio	0.3%	0.3%
Amônio	0.5%	0.5%
Nitrogênio	0.3%	0.3%
Amônio	0.5%	0.5%
Amônio Nitrato	0.3%	0.3%
Amônio Acetato	0.5%	0.5%
Zinco	-	0.1%
CaCO ₃	Mantém pH @ 6.5-8.5	30% aumento devido ao aumento de CO ₂ para manter pH @ 6.5-8.5
CO ₂	0.8Kg/Kg biomass	1 Kg/Kg 8°C

A cultura de algas pode ser
 10 monitorado com sensores física (medição de pressão, temperatura, etc) e análise laboratorial periódica da composição química do meio da lagoa. A concentração das algas é geralmente na faixa de cerca de 20 g / l para cerca de 50 g / l. Preferencialmente, as algas podem
 15 crescer para e se mantém em uma concentração de cerca de

36 g / l. Concentrações acima desse limite pode ser colhida (por exemplo, continuamente, semi-contínuo, ou em lote). O momento ea quantidade de algas para serem colhidas são determinadas com base na taxa de crescimento
5 de algas e perfil lipídico e / ou os dados do sensor e laboratório coletados durante cultivo de algas.

A colheita envolve, em primeiro lugar, separando uma parte das algas da lagoa (por exemplo, concentrações acima de 36 GLL) e introduzindo-os
10 no segundo cabeçote CO2 206, através do qual eles se sucederem a um ritmo tal que o tempo de residência para as algas no cabeçote 206 é de cerca de 24 horas. No cabeçote do CO2 em segundo lugar, as algas estão expostas a um segundo nível de estresse (por exemplo, um maior
15 nível de estresse) com base em uma combinação de luz, CO2 adicionais (aumento de um kg de biomassa por cerca de 1 kg), e um gatilho químico. O CO2 injetado de preferência tem uma temperatura de 8 ° C (por exemplo, CO2 congelado). A luz é fornecida por diodos emissores de luz
20 verde, azul e amarelo ou outras, conforme apropriado para a mistura de tensão e lipídios desejado. O gatilho químicos podem ser injetados perto da entrada do cabeçote de CO2 segundo. O gatilho químicos podem incluir os mesmos nutrientes que estavam previstos no ciclo de
25 alimentação, por exemplo, nitrogênio, amônia, nitrato de amônio, acetato de amônio e carbonato de cálcio, e, além disso, o zinco (por exemplo, na Tabela 1, comparar

"Crescimento Normal Nível "coluna com" Harvest coluna Stress Level "). Em algumas modalidades, os compostos contendo nitrogênio pode ser fornecido na concentração, tal como no ciclo de alimentação, e zinco pode ser
 5 fornecido em quantidade, resultando em uma concentração de cerca de 0,1% no médio prazo. Em geral, entretanto, as concentrações podem depender do perfil lipídico inicial. Para equilibrar o pH (que de outra forma diminuir devido ao aumento da concentração de CO₂), um aumento da
 10 quantidade de CaCO₃ (30% maior que no ciclo de lagoa e os animais) podem ser injetado através de portos ao longo do segundo cabeçote CO₂. Como resultado, o pH no cabeçote da segunda CO₂ é mantida na faixa de cerca de 6,5 a cerca de 8,5.

15 O maior nível de estresse no segundo resultados cabeçote CO₂ na conversão de lipídeos contido nas algas (que incluem os óleos essenciais) para os outros, lipídios mais desejável e / ou ácidos graxos. O óleo pode ser de alta qualidade e / ou pureza, e poderá
 20 incluir ou consistem essencialmente de ácidos metílicos de ácidos gordos (por exemplo, tetradecanoato metila, pentadecanato metila, hexadecanoato de metila, heptadecanoate metila, octadecanoato de metila e / ou eicosanoate de metila). comprimentos de cadeia de carbono
 25 da maioria dos compostos podem variar de 14 carbonos com ligações duplas zero a 22 carbonos com ligações duplas zero. Alguns traços de ácidos graxos contendo cadeias

curtas ou muito longas cadeias e múltiplas ligações insaturadas (por exemplo, ácidos graxos com 20 carbonos e cinco duplas ligações) podem também ser incluídos. Em uma modalidade exemplar, a composição do óleo resultante é
5 ilustrada no cromatograma mostrado na A FIGURA 3.

além de induzir a conversão de lipídeos, a injeção de CO₂ refrigerados também pode estimular ainda mais o gel de algas, o que facilita a posterior separação física do óleo a partir da biomassa
10 restante (por exemplo, restos de algas). As algas estressados e gelificada podem ser colhidos em um porto colheita que pode ser integrada no circuito de retorno do sistema de lagoas 208 para o cabeçote 206. Em geral, as algas podem ser colhidas de forma contínua, semi-
15 contínuo, ou em um processo em lote. Preferencialmente, as algas são retirados no porto de colheita em uma taxa que é continuamente adaptado à taxa de crescimento de algas, facilitando um processo de produção contínua. Em modalidades preferidas, a concentração de algas no meio
20 de crescimento é mantida em cerca de 36 gramas por litro, que foi encontrada para fornecer uma combinação otimizada de uma elevada taxa de crescimento de algas e uma baixa susceptibilidade a ruído elétrico da população ou invasão. algas colhidas são enviadas para uma colhedora
25 de 210, onde a gelificação pode continuar, tal como descrito em detalhes abaixo. As algas coagulado podem ser facilmente separado do meio líquido, que é então

devolvido ao cabeçote C02 206 e, finalmente, as lagoas, após passar por uma instalação de tratamento de água 212.

A instalação de tratamento de água 112 serve como ponto de entrada para toda a água utilizada para a cultura de algas no sistema, incluindo a água do mar crus e de água reciclada a partir da colheita, bem como do processo de extração de petróleo. A água é esterilizados com ozônio, alta intensidade de luz ultravioleta, e através de processos enzimáticos e bacterianas como é conhecido no art. Após a esterilização, a água pode ser inoculado com algas. A instalação de tratamento de água pode ainda servir para nutrir a água e controlar a química da água para otimizá-lo como meio de crescimento para as algas.

As algas colhidas e gelificada é bombeada para uma instalação de extração de óleo de 214, por exemplo, um extrator de C02 supercrítico. Lá, as paredes das células são rompidas, liberando assim o óleo, que é posteriormente separado do material vegetal remanescente. O material vegetal extraído pode ser seco para uso em piscicultura, os suplementos nutritivos, cosméticos ou fertilizantes. Alternativamente, pode ser enviado através do tratamento do bebedouro 212 e devolvidos à água / sistema fotobioreator 208. Em certas modalidades, cerca de 80% da biomassa é reciclado para o sistema, enquanto os 20% restantes são secados e utilizados para outros fins.

O óleo de algas é geralmente já altamente purificada no processo de extração. Para aumentar ainda mais a sua qualidade, uma etapa de purificação secundária pode ser realizada em uma refinaria de petróleo. Neste processo, indesejáveis ácidos graxos livres são convertidos, eo óleo é filtrado através de métodos wellknown no art. Normalmente, a depuração está associado a uma menor perda de material, que pode ser recapturado como fertilizante e / ou micronutrientes. O óleo refinado pode ser convertida em biodiesel em um processador de biodiesel 218 ou enviado para um processo de refinação que pode incluir ou fractura hidrotratamento de óleo de substitutos do petróleo como combustível desejado biojet, combustível bioaviation, biogasolina e outros sucedâneos de matéria-prima bio-derivados petroquímicos .. O processador de 218 inclui um cone de vórtices de alta velocidade (rotação, por exemplo, em torno de 1200 rpm), em que o óleo de algas reage com hidróxido de metanol e de sódio para formar biodiesel. Por exemplo, para um 100 kg de óleo, cerca de 13 litros de metanol e 1,8 kg de hidróxido de sódio são consumidos. O excesso de metanol pode ser reciclado. O biodiesel produzido pode ter ASTM ou EN qualidade (por exemplo, ASTM D-6751 (EUA), EN 14214 (Europa); ON C1191 (Áustria); CSN 656.507 (República Checa); Journal Officiel (França); DIN V51606 (Alemanha); UNI10635 (Itália) e SS 155436 (Suécia)). Byproducts do

processo podem ser recuperados para usos farmacêuticos e bioquímicos, de fertilizantes e produção de sabão e / ou controle de poeira.

2. Métodos de cultivo de microalgas e
5 aumentar a produção de petróleo

várias modalidades referem-se métodos de cultivo que otimizam diversos parâmetros ambientais, como, por exemplo, a exposição à luz, temperatura e / ou disponibilidade de CO₂ e de nutrientes, para atingir
10 maior crescimento de algas e / ou produção de petróleo. Os 100.200 sistemas descritos acima são particularmente adequados para controlar os parâmetros ambientais de acordo com estes métodos. No entanto, várias características dos métodos podem ser implementadas em
15 outros sistemas de cultivo de algas, incluindo as lagoas convencionais e biorreatores.

Em certas modalidades, as algas são cultivadas em água salobra. Para os fins desta divulgação, a água salobra é a água salgada, com uma
20 salinidade entre 1% e 50%, de preferência entre 25% e 40%, e mais preferivelmente cerca de 33% da salinidade da água do mar. A água salobra foi observado para ter uma alta resistência à contaminação e resultar em elevadas taxas de crescimento de algas e desempenho produtores de
25 petróleo. A água salobra pode ser obtida por condições químicas da água do mar estabelece em puro que o menor salinidade. Alternativamente, a água salgada pode ser

obtida directamente, por exemplo, Wellfleet Harbor em Cape Cod ou similar de baixa salinidade dos estuários, que tem uma concentração de sal de cerca de 33% da água do mar puro. Como todo o sistema é um ambiente, de
5 circuito fechado, uma vez encher sistema é atingido, uma água muito baixo make-up é necessária.

Certas espécies de microalgas são cultivadas preferencialmente em temperaturas entre cerca de 14 ° C e 18 ° C. espécies de águas profundas, que são
10 expostas a temperaturas mais baixas em seu ambiente natural, tendem a produzir mais petróleo, quando colocado num ambiente mais quente. Em algumas modalidades, as algas (por exemplo, as algas de águas profundas) são cultivadas a uma temperatura que seja pelo menos 5 ° C
15 acima da temperatura da água a partir do qual as algas foram isoladas. Além disso, as algas em cultura podem ser expostos a mais elevada (por exemplo, dez vezes maior) intensidade de luz que estão em seu ambiente natural.

Algas cultura tipicamente envolve o
20 fornecimento de nutrientes para as algas. Tais nutrientes podem incluir desaguado lodo de esgoto, resíduos de peixe (por exemplo, resíduos Robalo), bivalves (por exemplo, ostras, mariscos e vieiras) Conchas. Além disso, o meio de cultura podem incluir carbonato de cálcio e
25 micronutrientes, ou seja, minerais, vitaminas e oligoelementos (como, por exemplo, KN03 , K2HP04 , CaCl2 , MgS04 , citrato férrico, ácido cítrico, CoCl2 , H3B03 ,

MnCl₂, ZnSO₄, CuSO₄, Na₂MoO₄ e sílica diversos). Em certas modalidades, as concentrações dos micronutrientes variam entre as estações. A Tabela 2 apresenta exemplares perfis de micronutrientes para a primavera, verão, outono e inverno do anúncio as respectivas concentrações de nitrogênio, pentóxido de fósforo, óxido de potássio, óxido de magnésio, trióxido de enxofre, óxido de cálcio, boro, ferro e zinco.

Tabela 2: Exemplar Perfis de 10 micronutrientes por temporada

Estação	primavera	verão	outono	inverno
Nitrogênio (N) total	12%	20%	15%	12%
Ácido nítrico	5.5%	9.5%	7%	5.5%
Amônia	6.5%	10.5%	8%	6.5%
P ₂ O ₅				
Solúvel em água e citrate Amônia neutra	12%	5%	5%	10%
Solúvel em água	6%	2.5%	2.5%	7%
Óxido de potássio (K ₂ O) Solúvel em água originário De sulfato	17%	10%	20%	20%
Óxido de magnésio (MgO) total	2%	3%	2%	2%
Solúvel em água	1.6%	2%	1.4%	1.6%
Trióxido sulfúrico (SO ₃) total	15%	7.5%	20%	20%
Solúvel em água	12%	6%	16%	16%
Óxido de Cálcio (CaO) total	5%	3%	2%	2.5%
Boro (B) total	0.02%	-	0.02%	0.02%

Ferro (Fe) total	-	0.3%	-	-
Zinco (Zn) total	0.01%	-	0.01%	-

Em várias incorporações, as microalgas são expostos a ciclos claro-escuro, cujo período é inferior a um dia. Por exemplo, as algas podem ser reciclados através de um lago e uma série de

5 fotobiorreatores várias vezes por dia. Em algumas modalidades, as algas podem ser reciclados a partir do final de uma lagoa profunda (por exemplo, onde não há exposição à luz ou mínima) de pelo menos um fotobioreator, que podem ser expostos a níveis de luz

10 natural, artificial luz solar concentrada, ou a luz de fontes artificiais, como o LEO. Sem querer se comprometer com a teoria, a produção de biomassa de algas é predominantemente autofototrophic (ie, fotossíntese) em períodos de luz e heterotrófica em períodos de escuridão.

15 Assim, essa mudança acelerada na exposição à luz entre a lagoa e pelo menos um fotobioreator pode causar aumento da produção de algas em geral por dia. Dependendo da escala da lagoa e fotobiorreatores, as algas podem ser alternadas entre a lagoa e pelo menos um fotobioreator,

20 por exemplo, pelo menos uma vez, duas, três, quatro vezes, cinco vezes, seis vezes, dez vezes, quinze vezes, ou vinte vezes por dia para aumentar o número de ciclos de claro-escuro por dia. Em certas modalidades, seis ciclos claro-escuro por dia, foram encontrados para

maximizar o crescimento de algas.

3. Métodos de colheita de microalgas e extração de petróleo

várias modalidades relativas à
5 colheita de microalgas, induzindo sua geleificação, o que permite uma fácil separação da biomassa das algas do meio de cultura. Gelificação pode ser realizado em um cabeçote de CO₂ 206, ou em uma colhedora de separar 210, que inclui uma ou mais colunas através do qual o meio
10 contendo algas é bombeada para cima. Essa colheitadeira de 210 é esquematicamente ilustrado na A FIGURA 4. O dióxido de carbono, que pode ser introduzida no fluxo no cabeçote 206, está exposto a uma pressão ascendente na coluna (s) pela introdução de novas bolhas de CO₂ a
15 partir da absorção de 204 e / ou por um sistema de bicos especialmente concebidos através da qual o passa meio. Além disso, um floculantes podem ser injetados no meio. Juntamente com o composto de gatilho, CO₂ refrigerados, o carbonato de cálcio, as microbolhas floculantes e induziu
20 faz com que o gel de algas para mais longe e condensar. Como a água, carbonato de cálcio e de biomassa têm peso específico diferente, eles podem ser separados com base em sua localização na coluna: as algas gelificada tendem a flutuar na água. As peneiras podem servir para desviar
25 o concentrado de biomassa, que é recebido em um cone, onde é bombeado para o extrator. O teor de água da biomassa pode, portanto, ser reduzida para cerca de 2-3%

sem o uso de centrífugas ou de secagem.

A biomassa é enviado para o extrator 214, onde ele pode ser combinado com CO₂ supercrítico (por exemplo, CO₂, com uma temperatura e pressão acima da temperatura crítica e pressão, que tem tanto de líquidos e gás, tornando-o muito apropriado como um solvente). Esse processo extrai óleo intracelular, intercelular e extracelular das algas eo intercolonial manto. Enquanto os sistemas convencionais exigem uma temperatura de cerca de 95 graus C e uma pressão de cerca de 70 psi para quebrar as paredes celulares, a gelificação das algas reduz a temperatura necessária para cerca de 80 graus C e à pressão de cerca de 40 psi, resultando em significativa de energia poupança. Os lipídios se dissolvem na CO₂ supercrítico, permitindo a separação mecânica da camada lipídica da matéria vegetal remanescente (por exemplo, algas ou restos de algas). Uma vez que a matéria vegetal é removida, o CO₂ é permitido o gás e levou de volta para o sistema de alimentação de CO₂, deixando para trás o óleo de alta pureza. Este processo é vantajoso na medida em que não requer o uso de produtos químicos perigosos.

Um processo alternativo para extração de óleo das algas micro envolve a ruptura das paredes celulares usando um laser ou microondas. Neste método, a biomassa gelificada é circulado através de um tubo cilíndrico com uma velocidade dependendo do tamanho do tubo ea densidade da massa de algas (por exemplo, de

forma contínua, semi-contínuo, ou em um lote). Em uma modalidade, a luz do laser, por exemplo, a partir de uma fonte de laser peneira-ray, é direcionado para dentro do tubo, cuja superfície interna polida e reflexiva, causando dispersão e distribuição da luz em todo o volume do tubo. A frequência do laser é no ultravioleta, visível, infravermelho ou regime. A potência do feixe de laser é suficientemente alta para romper totalmente as paredes e membranas celulares, mas suficientemente baixa para ser não-ionizantes e, portanto, não alteram o teor de lipídios e triglicérides. Em algumas modalidades, um laser pulsado (por exemplo, um laser Q-switched) com energias de pulso na faixa de cerca de 1 millijoule a várias centenas de milijoules é usado.

15

Exemplos

A invenção é ainda ilustrado pelos seguintes exemplos. Os exemplos são fornecidos somente para fins ilustrativos, e não deve ser interpretada como limitando o alcance eo conteúdo da invenção de qualquer maneira.

20

Exemplo I: Determinação de ácidos graxos e composição de esteróis

As microalgas foram cultivadas e colhidas e lipídios foram extraídos como descrito aqui. A composição de ácidos graxos, composição de esteróis, acidez, índice de iodo e fósforo foi determinada em uma amostra de óleo de microalgas. A acidez foi determinada

25

por uma Norma IRAM 5512, teor de fósforo em partes por milhão (ppm) foi determinada utilizando AGCS Ca 12-55, índice de iodo foi determinado usando uma Norma IRAM 5512 e da composição dos esteróis foi determinada usando, uma
 5 Norma IRAM 5660, ácido e de ácidos gordos composição foi determinada por cromatografia gasosa com Norma IRAM 5651.

Acidez [0048], determinada como um grama por 100 gramas expressa como ácido oleico, foi de 0,50; iodo foi 123,3, e não de fósforo foram detectados
 10 na amostra (ver Anexo A).

A composição dos ácidos graxos foi determinada por cromatografia gás-líquido de ésteres metílicos de ácidos graxos. Os resultados apresentados na Tabela 3 são expressos em gramas de ácido graxo por 100
 15 gramas de éster metílico.

Tabela 3: composição de ácidos graxos		Óleo de microalga
Ácido graxo		
CI4:0 ácido miristóico		0.8
C 14: 1 ácido tetradecenóico		0.1
CI5:0 ácido pentadecanóico		0.1
C16:0 ácido hexadecanóico		10.3
C 16: 1 ácido hexadecenóico		1.4
C17:0 ácido margárico		0.2
C 17: 1 ácido heptadecenóico		0.1
C18:0 ácido esteárico		3.7
CI8: 1 ácido octadecenóico		26.0
C]	8:2 ácido trans-	0.5

octadecadienóico	
CI8:2 ácido octadecadienóico	47.0
C18:3 ácido octadecatrienóico- ω 3	0.6
CI8:4 ácido octadecatetraenóico- ω 3	0.2
C20:0 ácido arachadônico	0.4
C20: 1 ácido eicosenóico	1.3
C20:4 ácido eicosatetraenóico-- ω 6	0.3
C20:4 ácido eicosatetraenóico- ω 3	0.2
C20:5 ácido eicosapentenóico- ω 3	1.0
C22:0 ácido docosanóico	0.6
C22:] ácido docosenóico	0.8
C24: 1 ácido tetracosenóico	0.3
C22:3 ácido docosatrienóico	0.1
C22:4 docosatetraenóico acid	0.1
C22:5 ácido docosapentenóico- ω 6	0.2
C22:5 ácido docosa entenóico- ω 3	0.5
C22:6 ácido docosa hexenóico- ω 3	3.2

A composição de esteróis também foi determinada. Os resultados apresentados na Tabela 4 são expressos em gramas por 100 gramas de esteróis totais. (Ver Apêndice A).

ESTEROL	Óleo de Microalgas
Colesterol	30.2
Campesterol	8.8
Campestanol	0.6
Stigmasterol	7.1
Não identificado	1.5
Clerosterol	0.5
Δ^5 -Sitoesterol	42.6
Δ^5 - A venasterol	3.6
Δ^7 - Estigmasterol	3.5
Δ^7 -A vensterol	1.6

Exemplo 2: Análise de Biodiesel

As microalgas foram cultivadas e harvested e lipídios (óleo) foram extraídas e convertidas em biodiesel (também referida aqui como algadiesel) como aqui descritos. O biodiesel de algas (B 100) para a amostra foi analisada do ponto nuvem, inflamabilidade, teor de água, viscosidade, densidade, índice de acidez e índice de iodo. Os resultados desta análise são apresentados na Tabela 5.

10

Tabela 5: Análise Algadiesel

Ponto escuro	-12°C/10°F	Resultado
Inflamabilidade	52.9-53°C/127.4°F	resultado (superior a 120°F desejável)
Conteúdo de água	0.05%	max 0.05% (Europa 0.075%)
Viscosidade @40 grau C	3.736 cst	1.9-6 (diesel típico 2-4)

Densidade @ 15 grau C	0.895	resultado
Número do ácido	0.2	max 0.5 mg/g
Valor de Iodine	32.5	max 120 (quanto mais baixo melhor)

O ponto nuvem valores apresentados na Tabela 5 cabina ser compred a nuvem valores de ponto de diesel # 2 (sem aditivos) (por exemplo, -10 ° C/15 ° F), soja (por exemplo, 2° C/35.6° F) e canola (por exemplo, 5 -2° F C/28.4).

Exemplo 3: Análise de Biodiesel por Detecção de Cromatografia de Gás Bi-Dimensional com Ionização de Chama

O biodiesel de microalgas (B100) da amostra foi obtido após a colheita gelificação, extração e transformação em biodiesel, tal como aqui descritos. Com base na inspeção visual, a amostra foi BI00 luz amarela, livre de partículas, e tinha uma viscosidade típica de diesel de petróleo e na extremidade inferior de 15 amostras de biodiesel típico.

para determinar a composição e da pureza do biodiesel de algas micro amostra B 100, foi analisado por cromatografia gasosa bidimensional com detecção de ionização de chama (GC x GC-FID) (ver, por exemplo, DeMello, JA et al. (2007) "Biodegradação e 20 comportamento ambiental de misturas de biodiesel no mar: um estudo inicial". Marine Pollution Bulletin 54:8944904)

GC x GC-FLD análise indicou que a amostra de 100 B, formado por um conjunto de ésteres metílicos de ácidos graxos (FAMES) com comprimentos de carbono de cadeia de 14 carbonos com zero de ligações duplas (rotulado 14:00) a 22 carbonos com zero de ligações duplas (22:00), conforme mostrado na Figura 3. A análise também indicou que a amostra foi de pelo menos 99% EMAGs sem impurezas. Além disso, alguns traços EMAGs foram detectados, incluindo um com 20 carbonos e cinco duplas ligações (10:5), o que é consistente a partir de biodiesel derivado de algas (e não a partir de plantas terrestres ou sementes). A amostra foi caracterizada como um exemplo da alta qualidade do biodiesel.

Exemplo 4: Análise de radiocarbono de amostras de biodiesel

A amostra de biodiesel de microalgas (B 1 00) também foi analisada utilizando-dados por radiocarbono (ver, por exemplo, Ribeiro, CM et al (2008) "Determinação do percentual de mistura de biodiesel através da análise de radiocarbono natural em abundância;. Testar a precisão do varejo misturas de biodiesel ", Env. Sci. e Tecnologia. 42:2476-2482). análise de radiocarbono pode ser usado para diferenciar de carbono fóssil, que não tem radiocarbono detectável, de moderno ou de carbono contemporânea, que pode ser detectada por um espectrômetro de massa. análise de radiocarbono indica a amostra 100 B foi cultivada em uma

fonte moderna de dióxido de carbono, o que é consistente com o biodiesel de algas crescido.

Embora a invenção tem sido particularmente apresentado e descrito com referência
5 específica modalidades preferidas, ele deve ser entendido por qualquer pessoa competente na arte que várias mudanças na forma e detalhes podem ser feitos nela, sem se afastar do espírito e escopo da invenção tal como definido pelas reivindicações anexado. Na medida em que
10 esta é uma aplicação a título provisório, que é considerado invenção recorrentes não é necessariamente limitada aos encarnações que se inserem as afirmações abaixo.

A divulgação completa de cada um dos
15 documentos de patentes e artigos científicos citados aqui são incorporadas por referência para todos os efeitos.

Reivindicações

1. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", caracterizado por compreender:

5 (a) o crescimento de uma biofamília de microalgas em meio líquido em um nível de estresse em primeiro lugar;

(b) a colheita em uma porção de microalgas e

10 (c) extração de lipídios a partir da porção colhida.

2. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", caracterizado por compreender:

15 (a) o crescimento de uma biofamília de microalgas compreendendo várias espécies de microalgas em meio líquido em um nível de estresse em primeiro lugar, em que pelo menos uma das espécies de microalgas é uma água profunda espécies de algas;

20 (b) a colheita em uma porção de microalgas e

(c) extração de lipídios a partir da porção colhida.

3. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", caracterizado por

25 compreender:

(a) o crescimento de uma biofamília

de microalgas em meio líquido em um nível de estresse em primeiro lugar,

(b) a colheita em uma porção de microalgas, expondo as algas micro para um segundo nível de estresse e

(c) extração de lipídios a partir da porção colhida.

4. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 1-3, onde o biofamília é cultivado em um sistema fechado.

5. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 4, onde o sistema fechado é uma lagoa fechada, um fotobioreator, ou uma combinação dos dois.

6. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 1-5, onde na etapa (a) o meio líquido, a um nível de estresse primeiro inclui nitrogênio, amônio, nitrato de amônio, acetato de amônio e carbonato de cálcio.

7. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 1-6, onde o meio líquido é água com uma salinidade de entre cerca de 1% e cerca de 50% da salinidade da água do mar.

8. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 1-7, onde o líquido é mantido entre um pH de 6,5 a 8,5.

9. O método de qualquer um dos pedidos de 1-8, onde o meio líquido compreende uma concentração de CO₂ de 0,8 biomassa kg/kg.

5 10. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO
DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em
1-3, onde as micro-algas são colhidas em uma concentração
de algas igual ou superior a 36 g / L.

11. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO
10 DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em
1 e 2, onde a colheita das micro-algas inclui expor a
micro algas para um segundo nível de estresse.

12. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO
DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em
15 3 ou 11, onde o segundo nível de estresse compreende uma
combinação de luz, CO₂ adicionais, e um gatilho químico.

13. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 12, onde o gatilho químico compreende nitrogênio, amônio, 20 nitrato de amônio, acetato de amônio, carbonato de cálcio e zinco.

14. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 13, onde o gatilho químico nitrogênio é de 0,3%, 0,5% de amônia, 25 nitrato de amônio 0,3%, 0,5% de acetato de amônio, um aumento de 30% de carbonato de cálcio e 1% de zinco.

15. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 1-14, na qual o passo (b) ainda compreende induzindo gelificação das algas e separando as algas gelificadas do meio líquido.

16. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 15, onde gelificação compreende injetar CO₂ refrigerados no meio líquido.

17. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 1-16, onde as microalgas são colhidos de forma contínua, semi-contínua, ou em um lote.

18. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 1-17, onde a taxa de colheita das microalgas é substancialmente igual a uma taxa de crescimento das microalgas.

19. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 1-18, onde a extração de lipídios compreende a introdução de dióxido de carbono super-crítico para as algas gelificadas.

20. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 19, onde a extração de lipídios compreende ainda a separação da camada lipídica das algas ou restos de

algas.

21. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 1-20, onde a extração de lipídios compreende romper as
5 microalgas usando um laser ou microondas.

22. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", caracterizado por um sistema de cultura de uma biofamília micro algas, compreender: um tanque fechado contendo microalgas em
10 meio de crescimento e ter um fundo inclinado, pelo menos um fotobioreator posicionado acima da lagoa, e uma bomba de circulação do meio de cultivo de microalgas, contendo entre a lagoa e os fotobioreator pelo menos um.

23. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em
15 22, onde a bomba está configurada para circular o crescimento da microalga meio contendo várias vezes por dia.

24. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em
20 22, onde a bomba está configurada para circular o meio de cultivo de microalgas, contendo pelo menos duas vezes por dia.

25. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em
25 22, onde a bomba está configurada para circular o meio de cultivo de microalgas, contendo pelo menos seis vezes por

dia.

26. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 22, onde a bomba está configurada para circular ¹o •
5 microalgas - contendo meio de crescimento a uma taxa igual à capacidade máxima de absorção do strains algas e seus mutantes.

27. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em
10 22, onde o fundo inclinado está configurado para induzir o fluxo do meio de cultivo de microalgas, contendo a partir de uma altitude de baixa altitude.

29. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em
15 22, onde o fundo inclinado está configurado para continuar a provocar turbulência no meio de crescimento de micro-algas que contém.

30. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em
20 22, que compreende ainda um cabeçote com uma tubulação de entrada de fluido e uma saída de fluido, cada um sendo fluidicamente ligado à lagoa.

31. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em
25 30, que compreende ainda uma estação de tratamento de água fluidicamente conectado a uma segunda entrada de fluido do cabeçote da tubulação.

32. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 30, que compreende ainda uma fonte de dióxido de carbono fluidicamente conectada às portas da injeção do cabeçote da tubulação.

34. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 33, que compreende ainda um cabeçote com uma tubulação de entrada do fluido fluidicamente ligado ao lago e uma saída de fluido fluidicamente ligado à colhedora.

35. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 34, que compreende ainda uma fonte de dióxido de carbono aliado fluídicos ligados às portas de injeção do cabeçote da tubulação.

36. "MÉTODO E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", como reivindicado em 30, onde o cabeçote da tubulação compreende diodos emissores de luz.

~ 100

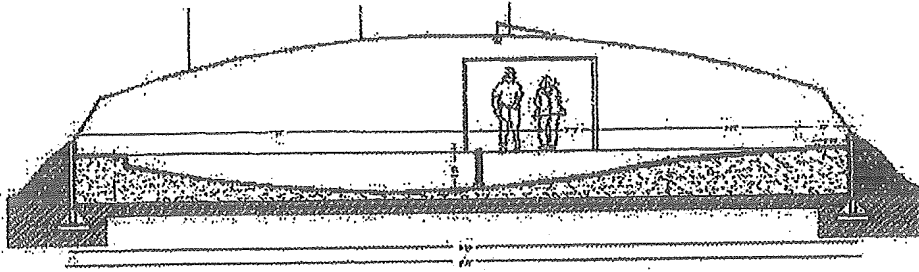
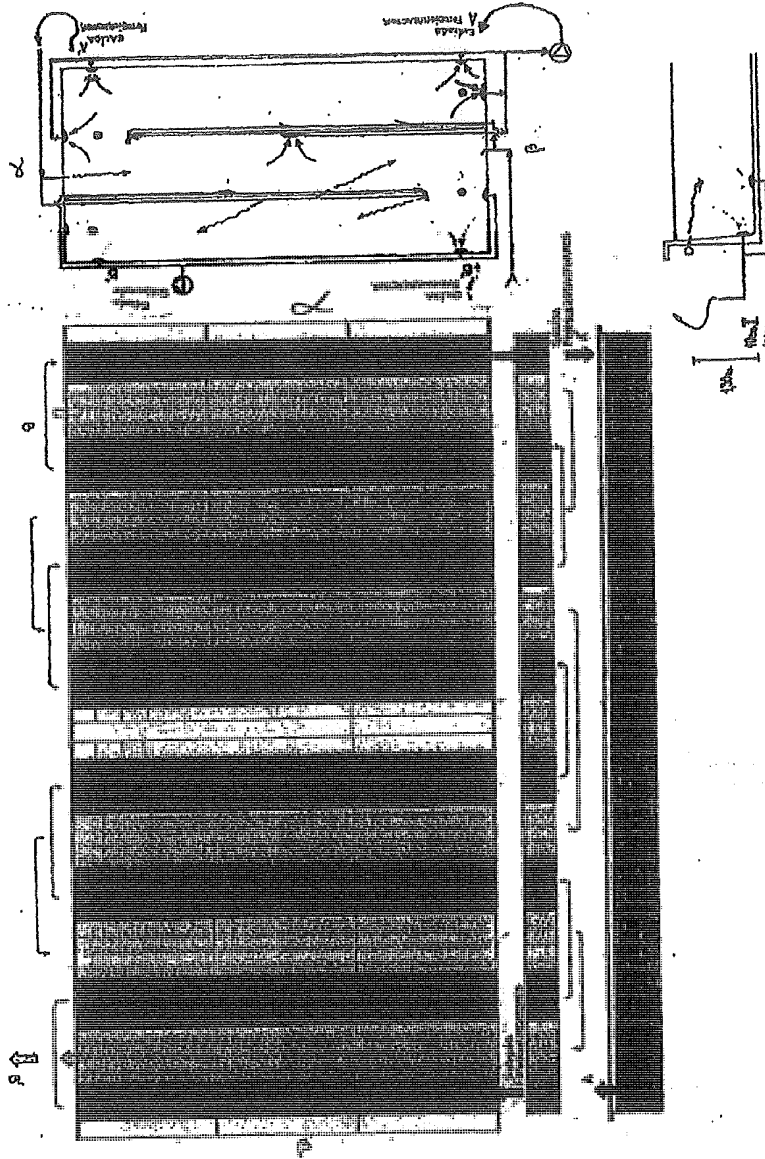
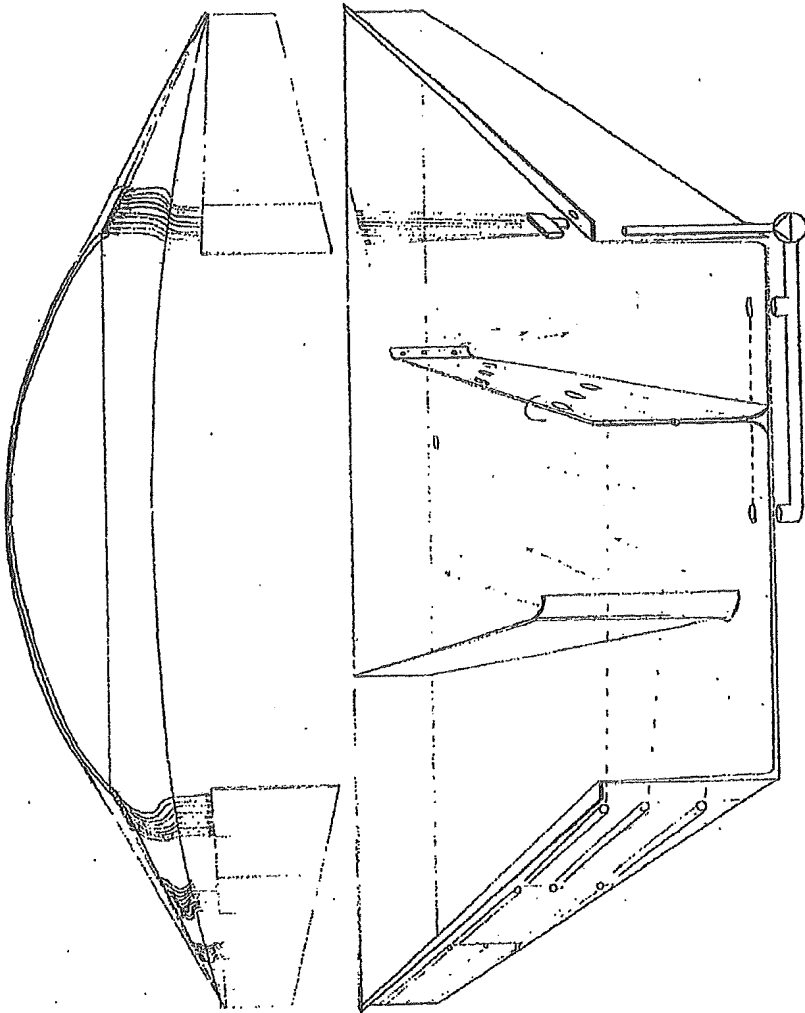


FIG. 1

RECIRCULACIÓN TOMAS DE FONDO CUBIERTA

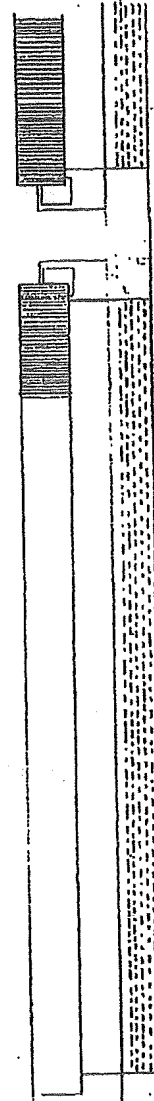




CUBIERTA POND I

11	20	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

25.00



Resumo

"MÉTOD⁶O E SISTEMA PARA A PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS A PARTIR DE MICROALGAS", - O objeto da invenção é um sistema e método para cultivar uma biofamília⁷ de microalgas para a produção de lipídios. O método inclui o cultivo de uma biofamília de microalgas compreende várias espécies de microalgas em meio líquido em um nível de estresse em primeiro lugar. Uma parte do microalgas são expostos a um nível de estresse, segundo e colhida. Lipídios são extraídos da parte colhida. Também é descrito um sistema de cultura de uma biofamília de microalgas que compreende um tanque fechado contendo microalgas em meio de crescimento e ter um fundo inclinado, pelo menos um fotobioreator posicionado acima do lago, e uma bomba de circulação do meio de cultivo de microalgas, contendo entre a lagoa e o fotobioreator pelo menos um.