

CARTILLA **BIODIGESTOR**



Compromisso com o
desenvolvimento
socioeconômico
do Semiárido paraibano



PaqTcPB
Fundação Parque
Tecnológico de Paraíba



Universidade Federal
de Campina Grande



INSA
INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE
MINISTÉRIO DA SAÚDE

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



**PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL



FIDA

Investindo nas populações rurais



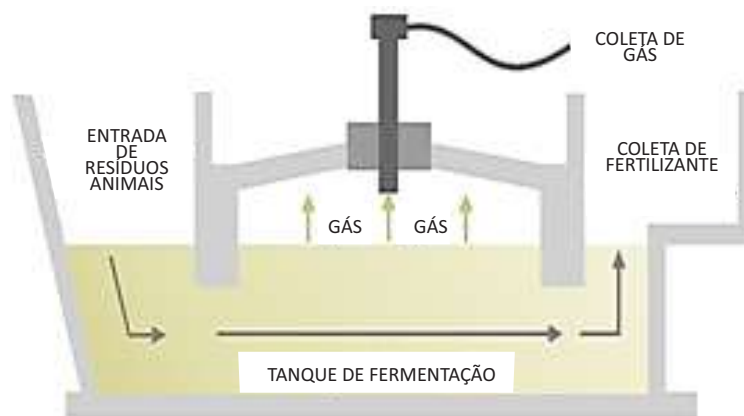
Un biodigestor es un equipo que descompone la materia orgánica, como el estiércol de ganado, caballo, gallina, cerdo, los residuos vegetales de los cultivos (paja, hierba y hojas) y los excrementos humanos, para producir biogás. El biogás se compone principalmente de gas metano y dióxido de carbono, y debido a esta composición puede sustituir al gas de cocina tradicional, lo que se traduce en beneficio económico para el usuario, y en consecuencia, beneficio para el medio ambiente, una vez que se trata de una tecnología sustentable.

Hay varios modelos disponibles en el mercado, pero la elección del modelo de biodigestor más adecuado dependerá de las necesidades del productor, por ejemplo, de la cantidad de materia orgánica que va a procesar, del costo de la inversión y de otros factores. Los modelos de biodigestores más conocidos en el mundo son los chinos, los indios y los canadienses.

El funcionamiento de los biodigestores se divide en tres etapas:

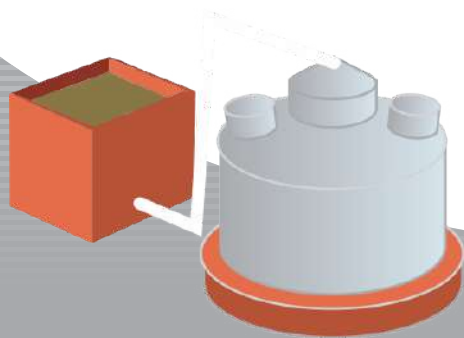
- 1. Aportación de estiércol;**
- 2. Tanque de fermentación;**
- 3. Salidas para el biogás y los residuos procesados.**

De acuerdo con las etapas mostradas, podemos presentar la estructura física de un biodigestor modelo indio, como se muestra en la siguiente ilustración:



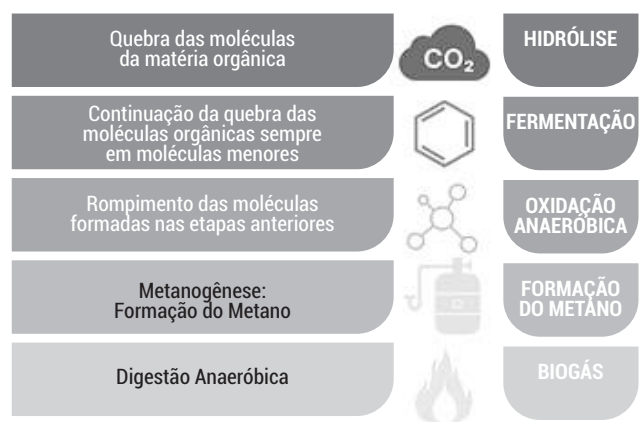
SALOMOM, K. R.; FILHO, G. L. T. Biomassa. 1ª ed. Itajubá, MG: FAPEPE, 2007

La figura anterior permite observar que hay una entrada para los desechos de los animales, que es donde el agricultor pone tales desechos cada día; un tanque de fermentación, que es donde ocurre la magia de la transformación de la materia orgánica en biogás; y tenemos dos salidas: una para recoger el biogás producido en el tanque de fermentación y otra para retirar el resto de la materia orgánica que ha sufrido la transformación.



¿Cómo se produce el biogás?

Tal como se mencionó anteriormente, la magia de la producción de biogás ocurre en el tanque de fermentación. Pero, ¿quiénes son los responsables de este proceso? Los magos de este espectáculo se llaman microorganismos, seres vivos muy numerosos, pero tan pequeños que no los podemos ver a simple vista, solo con la ayuda de un microscopio. Cada grupo de estos microorganismos desempeña un trabajo especial en las etapas del proceso de transformación de la materia orgánica en metano y dióxido de carbono, para lo cual es necesario proporcionar un ambiente anaeróbico, es decir, sin oxígeno. La siguiente ilustración muestra las etapas de este proceso y lo que ocurre en cada una de ellas.



Cabe resaltar que solo las bacterias anaerobias participan en la fase de metanogénesis (formación de metano), en la que se produce el gas metano. Estas bacterias son sensibles a las variaciones de temperatura y operan a una temperatura entre 10 y 45 °C.

¿Cuál es la justificación para que se encaje en este proyecto?

Teniendo en cuenta la misión y los desafíos del FIDA y resaltando la tecnología en cuestión, se constata que el biodigestor es una tecnología sustentable y económicamente viable para los productores rurales con un beneficio económico y medioambiental. El biofertilizante puede usarse para mejorar los cultivos sin necesidad de fertilizantes industriales, y el biogás producido puede usarse para sustituir el gas de cocina (GLP), lo que representa un ahorro de recursos económicos para los usuarios. Además, el uso del biodigestor puede contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con las fuentes de energía usadas por la agricultura familiar (como la quema de leña), siguiendo los objetivos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre la mitigación de las emisiones de gases responsables del cambio climático, colaborando así para la reducción de problemas, como la desertificación del bioma Caatinga, con la búsqueda de alternativas energéticas.

El Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) tiene como objetivo ayudar a las poblaciones más pobres de los países en desarrollo. Entre los desafíos que el FIDA busca superar, se encuentran la pobreza extrema y la desnutrición, la escasez de agua para consumo humano y uso productivo, los bajos ingresos agrícolas, el cambio climático y los riesgos ambientales, las dificultades de acceso a los mercados, la coordinación ineficaz de políticas y programas públicos, las escasas actividades no agrícolas de las familias rurales, la falta de acceso a políticas y programas agrícolas y de bienestar social, entre otros.

Factores que promueven o limitan la adopción de la tecnología

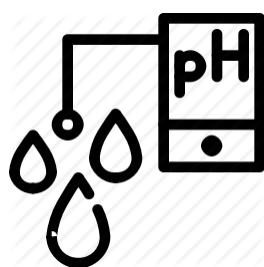
Parámetros como la temperatura, el pH, la concentración de nutrientes, el mantenimiento frecuente y otros factores, influyen directamente en el rendimiento del digestor y son fundamentales y útiles para el diseño y operación de digestores eficientes y para entender cómo pueden producirse condiciones adversas y cómo evitarlas. Es importante destacar que los factores mencionados están sujetos a un control externo en el proceso de digestión anaeróbica.



TEMPERATURA

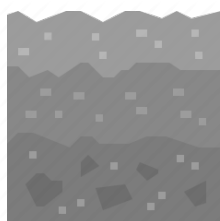
La temperatura es un factor importante para la producción de biogás, el principal producto generado en el biodigestor. El proceso puede ocurrir a una temperatura entre 10° y 60 °C, dependiendo del tipo de bacterias. El proceso de producción de biogás no se ve afectado por el aumento de la temperatura en unos pocos grados, sin embargo, una disminución en unos pocos grados puede perjudicar la producción de metano. Cabe destacar que la acción de las bacterias acidificantes no se ve afectada por la disminución de la temperatura, por lo que podrá ocurrir una

acumulación de ácidos, lo que puede resultar en un fallo estructural en el biodigestor. Durante las estaciones frías, puede haber una disminución en la producción de biogás debido al rango de operación de los microorganismos que participan en el proceso de digestión anaeróbica. Los sistemas mesófilos son muy sensibles a la cuestión de la variación de la temperatura ambiente, y la producción de biogás puede detenerse o disminuir durante el periodo invernal en los climas más fríos.



PH

O processo anaeróbio é afetado diretamente quando ocorrem pequenas oscilações nos valores de pH. Os microrganismos metanogênicos, os responsáveis pela produção de metano, são mais suscetíveis a essas variações de pH, do que os demais microrganismos.



LUGAR DE RECOGIDA DE BIOMASA

En los corrales donde el suelo es de tierra, puede haber contaminación del biodigestor con otros materiales e influir en la producción de biogás.



AGITACIÓN DE LA BIOMASA

Es necesario agitar la materia orgánica para facilitar el contacto de los microorganismos con la biomasa. Sin embargo, una agitación excesiva puede provocar el arrastre de la biomasa, con lo que se pierde la eficacia de la producción.

GUIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



El mantenimiento de la estructura del biodigestor es importante, debido al desgaste de las partes integrantes del biodigestor, como las válvulas, las tuberías y los depósitos, que pueden provocar fugas de biogás.



En condiciones normales de temperatura y presión, el metano es un gas incoloro, inodoro e inflamable, y la fuga de este gas en contacto con el aire puede provocar explosiones, si se manipula en un lugar cerrado y en presencia de una fuente de ignición.



Como el biodigestor queda expuesto al sol y la mayoría de las partes integrantes del biodigestor son de plástico, como las mangueras de goma, las tuberías de PVC, las válvulas y otras, con el paso de los años el sol hará que las tuberías se decoloren y se resequen, volviendo frágil su estructura. Ante ello, cualquier impacto externo puede causar grietas, roturas u otro daño a la estructura de la tubería, válvula, manguera y similares.

Debido a los riesgos, es fundamental realizar el mantenimiento preventivo frecuente para conservar los tanques, la tubería de las máquinas y equipos, y así asegurar que no se produzcan fugas que puedan resultar en contaminación ambiental y en daños a la salud humana y animal (GOMES et al., 2015).





IMPACTOS SOCIALES (PARA LAS MUJERES Y JOVENES, POR EJEMPLO)

En la vida cotidiana de los grandes centros urbanos, las tecnologías se usan para ayudar y aportar beneficios en el ámbito económico o en términos de bienestar, facilitando el trabajo de las personas. El uso de tecnologías adaptadas debe extenderse también al medio rural, para ayudar al pequeño agricultor en sus tareas. Debido a diversas dificultades laborales que surgen en el campo, el pequeño productor rural, en muchos casos, necesita buscar su fuente de ingresos en las ciudades, y termina por abandonar el lugar donde vivió la mayor parte de su vida, en la mayoría de las situaciones.

En ese sentido, las tecnologías pueden servir para reducir o erradicar posibles problemas que dificulten el desarrollo del trabajo en el campo, además de ser beneficiosas en términos económicos y medioambientales. La mayor parte de los alimentos de que dispone la población brasileña son producidos por la agricultura familiar, formada por pequeños productores rurales, pueblos y comunidades tradicionales. Eso comprueba la importancia de la población rural para la sociedad y, por lo tanto, se deben poner a disposición más herramientas para agregar valor al trabajo rural.



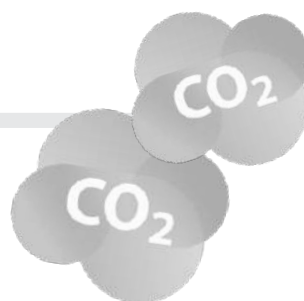
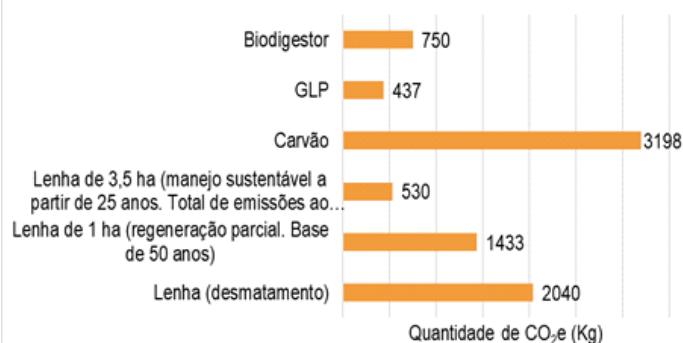
Los proyectos como los que el FIDA apoya, además de proporcionar asistencia tecnológica y conocimientos a los trabajadores rurales, también tienen un impacto positivo en la vida de las mujeres. La instalación del biodigestor, además del beneficio económico y sustentable, aporta calidad de vida y genera una fuente de ingresos para las agricultoras por medio, por ejemplo, de la fabricación de pasteles y panes gracias al biogás generado en su propiedad, sustituyendo al gas de cocina (GLP). Estos proyectos también fomentan la creación o el fortalecimiento de grupos de mujeres en las comunidades para que puedan generar ingresos juntas. El biofertilizante producido en el biodigestor puede usarse como abono orgánico en los árboles frutales, hortalizas y viveros, cuyo producto puede venderse o procesarse, como en la producción de dulces y pulpas de fruta producidos en la propiedad de estas mujeres. Además, el procedimiento de fabricación se realiza en cocinas comunitarias en las que todos participan en la elaboración de los productos secundarios.



ANÁLISIS DE LAS EMISIONES DE CO₂

El biodigestor presenta la ventaja de generar biogás (CH₄) mediante la digestión anaeróbica de la materia orgánica animal y vegetal. Entre los combustibles domésticos, se considera que el biogás es el que genera menos impacto ambiental. Para obtener las emisiones de CO₂ del biodigestor, es necesario realizar un estudio caso por caso para elaborar un inventario teniendo en cuenta la cantidad y el tipo de materia orgánica añadida (estiércol de aves, cerdos, ganado, material vegetal) y los análisis químicos del biofertilizante producido. El cálculo de la reducción de las emisiones de CO₂ en el biodigestor debe tener en cuenta la cantidad emitida al quemar el biogás en comparación con el gas de cocina tradicional (GLP) para cocinar, en el ámbito de la combustión estacionaria.

Comparação da Emissão de KgCO₂e de diferentes fontes para cocção

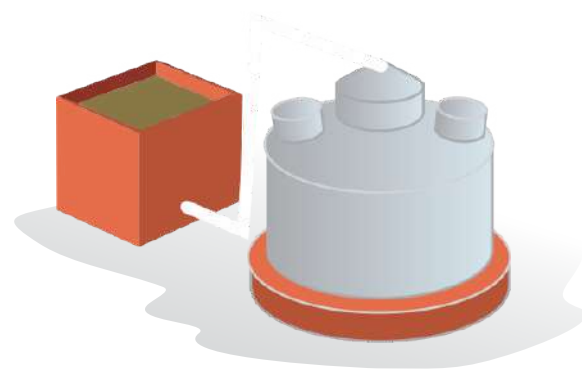


CANTIDAD TOTAL INSTALADA

Cantidad Instalada (valor total): **259**

Cantidad a ser Instalada (valor total): **274**

Municipios (valor total): **25 MUNICIPIOS BENEFICIADOS CON LA TECNOLOGÍA EN CUATRO ESTADOS**





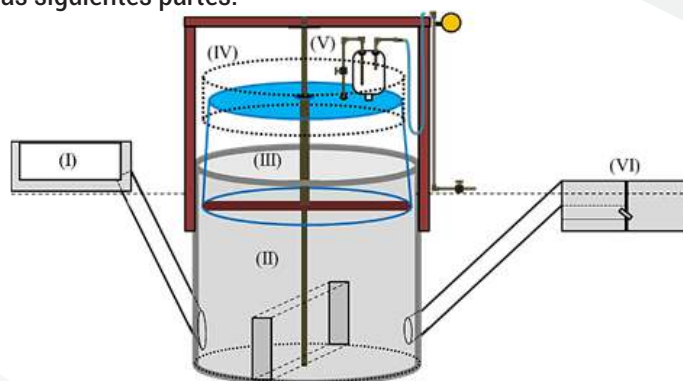
La implantación de los primeros biodigestores en Brasil se produjo en la década de 1970, tras la crisis del petróleo iniciada a finales de 1973. Esta crisis afectó a muchos países importadores de petróleo, sobre todo a los que estaban en vías de desarrollo, como Brasil. Por lo que fue necesario recurrir a otros métodos para obtener energía.

En Brasilia, en 1979, se construyeron los primeros biodigestores por medio del proyecto del Programa de Movilización Energética (PME), que consistía en un conjunto de acciones orientadas a la conservación de la energía y a la sustitución de los derivados del petróleo por combustibles alternativos.

El biodigestor usado en el Semiárido, como se muestra en la ilustración siguiente, se originó del modelo indio y la adaptación se hizo teniendo en cuenta cuestiones como la disponibilidad de materiales para su construcción en las tiendas de material de construcción de las ciudades del interior.

El biodigestor del Semiárido se compone de las siguientes partes:

- I. Caja de alimentación;
- II. Fermentador;
- III. Gasómetro;
- IV. Adaptador/filtro de agua primario;
- V. Tanque de salida de biogás;
- VI. Salida de residuos.



En la caja de alimentación se coloca la materia orgánica que posteriormente abastecerá el tanque de fermentación (fermentador), en el que se producirá el biogás. Este se almacenará en el gasómetro. En el tanque de salida se eliminará un producto líquido o material de desecho que puede denominarse biofertilizante, es decir, un abono orgánico que puede usarse como fertilizante líquido o sólido. El biogás producido puede usarse para calefacción térmica, como combustible para motores y generadores y como gas de cocina.

La producción de biogás varía en función del tipo de estiércol que se introduce en el biodigestor. Se estima que las **AVES** de corral pueden producir alrededor de 0,014 (m³/cabeza/día) de biogás, considerando que el animal tiene una masa de 2,5 kg; los **CERDOS** pueden producir alrededor de 0,240 (m³/cabeza/día) de biogás, considerando que el animal tiene una masa de 90 kg; los **BOVINOS** pueden producir alrededor de 0,240 (m³/cabeza/día) de biogás, considerando que el animal tiene una masa de 500 kg.



REFERENCIAS CONSULTADAS

- ALVES, E. E. N.; INOUE, K. R. A.; BORGES, A. C. Biodigestores: construção, operação e usos do biogás e do biofertilizante visando a sustentabilidade das propriedades rurais. II Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, 2010.
- BERNI, M. D.; BAJAY, S. V. O contexto dos biocombustíveis para o transporte rodoviário no Brasil. Encontro de Energia no Meio Rural, v. 6, 2006.
- BIOGÁS. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn102wx5eo0sawqe3qf9d0sy.html>>. Acesso el: 5 nov. 2020;
- BRASIL [LEIS ETC.]. Decreto no 87.079, de 2 de Abril de 1982. Brasília: Departamento de Imprensa Nacional, 1982.
- CASTRO, L. R. DE; CORTEZ, L. A. B. Influência da temperatura no desempenho de biodigestor com esterco bovino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 2, p. 97–102, 1998.
- CHERNICHARO, C. A. D. L. Reatores Anaeróbios. 5. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 1997.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Ficha Técnica do Metano. São Paulo, 2020.
- EMBRAPA. Biofertilizante. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1gh4ku02wyiv802hvm3jd85f37c.html#:~:text=Sob%20forma%20%C3%ADquida%2C%20o%20biofertilizante,erradicando%20pragas%2C%20doen%C3%A7as%20e%20insetos>>. Acesso el: 8 dic. 2020.
- FARIA, R. A. P. Avaliação do Potencial de Geração de Biogás e de Produção de Energia a partir da remoção da carga Orgânica de uma Estação de Tratamento de Esgoto - Estudo de Caso. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2012.
- FIDA. Investindo nas Populações Rurais. Disponível em: <<https://www.fida.org.br/>>. Acesso el: 12 nov. 2020a.
- GIACOBBO, G. et al. Influência da variabilidade da temperatura ambiente na co-digestão anaeróbia de dejetos de bovinocultura de leite e cama de aviário Acta Iguazu. Cascavel, 2013.
- GOMES, F. C. DE S. P. et al. GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DE BIOGÁS NA AGROINDÚSTRIA. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2015.
- GUNNERSON, C.; STUCKEY, D. Integrated Resource Recovery Anaerobic Digestion: Principles and Practices for Biogas Systems. Washington - USA: The World Bank, 1986.
- JÚNIOR, F. A. DE O. MANUAL DE CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR RURAL. Disponível em: <http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20140917140023.pdf>. Acesso el: 5 dic. 2020.
- KARLSSON, T. et al. Manual Básico de Biogás. 1a ed. Lajeado: Univates, 2014.
- KLUMB, A. et al. 12 Passos para Construir um BIODIGESTOR. Diaconia ed. Recife - PE: Fundação Banco do Brasil, 2019.
- MACHADO, C. R. BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO AR. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, 2011.
- MARTINS, D. S.; ASSIS, E. G. ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR EM UMA GRANJA DE PERUS. Foz do Iguaçu - PR. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.
- MATTOS, L. C.; JÚNIOR, M. F. Manual do Biodigestor Sertanejo. Recife - PE: Edição do Projeto Dom Helder Câmara, 2011.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html#:~:text=A Lei no 12.305%2F10,manejo inadequado dos resíduos sólidos.>>. Acesso el: 14 nov. 2020
- MORENO, M. T. V. Manual del Biogás. Santiago de Chile: FAO, 2011.
- OSORIO, R. H. et al. Avaliação de um Sistema de Biodigestores (Gtz E Taiwan) em série em clima frio na etapa de estabilização. Cuiabá, XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - COMBEA, 2011.
- SALOMOM, K. R.; FILHO, G. L. T. Biomassa. 1a ed. Itajubá, MG: FAPEPE, 2007.
- SANTIAGO, F. DOS S. et al. ESTIMATIVA NA REDUÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA COM BIODIGESTOR NO SEMIÁRIDO. X Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, v. 5, p. 1–6, 2013.
- SEIXAS, J.; FOLLE, S.; MARCHETTI, D. Construção e funcionamento de biodigestores. Brasília - DF: Embrapa: Centro de Pesquisas Agropecuária dos Cerrados, 1981.
- SILVA, E. M. C. A. et al. Projeto de Unidade Rural de Geração de Distribuição de Biogás. Educação Ambiental & Biogeografia, v. 2, p. 1675–1685, 2016.
- SOUZA, A. D.; HERCULANO, M. C. R. Biodigestores: cartilha de manejo. Cartilha Técnica, v. 3, n. 1, p. 14–19, 2016.

Logro:



Socios:



Patrocinador:

