



06 Un día en la finca

2017



Mitigación basada en la adaptación

En un cultivo de arroz carbono neutro

Autores: Díddier Moreira
y Claudio Castro
Coordinación: Ronny Cascante



Proyecto EUROCLIMA-IICA

Introducción

Actualmente en muchos países de América Latina, en especial en Ecuador, Perú, Costa Rica y Panamá, y en naciones del Caribe como Cuba, República Dominicana y Haití, el arroz constituye la principal fuente de calorías (Mohanty *et al.* 2013). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en 2003, en el continente americano se produjeron 36 488 690 t de dicho cultivo en un área estimada de 6 562 328 ha (FAO 2015).

A nivel mundial se calcula que cada persona consume en promedio 65 kg de arroz por año. Para determinar la demanda de este grano se debe considerar que en los próximos 30 años la población mundial alcanzará los 9000 millones de habitantes y que para el final del siglo superará los 10 000 millones. Si el consumo global de arroz sigue la tendencia de los últimos 20 años, su consumo total ascenderá al mismo ritmo del crecimiento poblacional. Se prevé que en las Américas el consumo total de arroz crecerá 33 % desde 2010 hasta 2035 (Mohanty *et al.* 2013).

El cultivo de arroz es sensible a diferentes factores de estrés abiótico, que podrían intensificarse con el cambio climático (Mohanty *et al.* 2013) y que son:

- Altas temperaturas que coinciden con las etapas de desarrollo crítico.
- Inundaciones parciales o completas.
- Salinidad asociada a inundaciones con agua marina.
- Periodos de sequía, que resultan altamente perjudiciales para los sistemas de secano.



Ingeniero Alejandro Soto e Ingeniero Arnoldo Rodríguez.

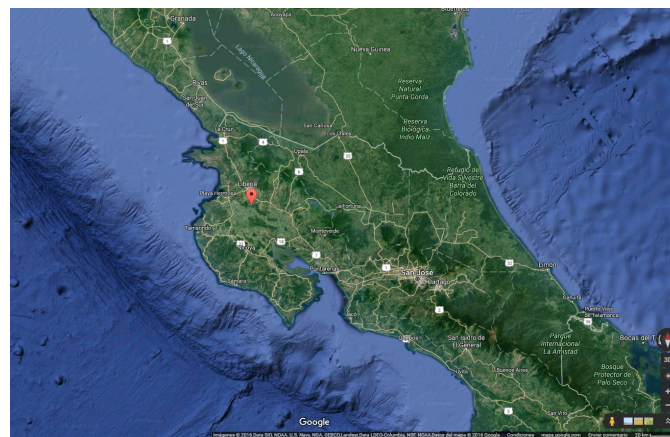
Además de la evidente vulnerabilidad del cultivo al cambio climático, su producción en tierras inundadas es un importante contribuyente de gases de efecto invernadero (GEI). La lámina de agua bloquea la entrada de oxígeno en el suelo, creando condiciones anaeróbicas que favorecen la generación de metano por medio de las bacterias saprófitas (descomponedoras de materia orgánica). De acuerdo con la información proporcionada por varios gobiernos, la producción mundial de arroz emite 500 000 000 t de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) por año o por lo menos el 10 % de las emisiones agrícolas totales (Adhya *et al.* 2014).

El cultivo de arroz produce casi cuatro veces más emisiones de GEI por tonelada de grano cosechado que el trigo o el maíz, principalmente en forma de metano y óxido nitroso. Según los cálculos realizados, el metano generado en la producción de arroz representa alrededor de 500 000 000 t de CO₂e por año. Por desgracia el cambio climático amenaza con disminuir la producción de arroz y aumentar sus emisiones de GEI. Algunas estimaciones de los efectos directos de la temperatura en los rendimientos del arroz son poco optimistas, ya que las tendencias indican disminuciones de entre el 8 y el 10 % por cada grado centígrado de aumento en la temperatura (Adhya *et al.* 2014).

Tal panorama hace del arroz un cultivo vulnerable ante el cambio climático, lo que puede afectar no solo la dieta de millones de personas, sino también la vida de los agricultores que dependen de él. En la presente ficha se recopilan las prácticas exitosas aplicadas en la finca de El Pelón de la Bajura en Costa Rica, para adaptarse al cambio climático y mitigar la emisión de GEI, sin reducir la productividad ni la rentabilidad de la empresa.

Localización

Esta zona se caracteriza por tener una baja precipitación, concentrada en el periodo de mayo a noviembre, con un promedio anual de 1600 mm en un registro de 56 años (MINAE y IMN 2013). La temperatura máxima promedio anual es de 35.1 °C, la mínima promedio anual es de 19.3 °C y el promedio anual es de 27.1 °C (IMN 2008). De acuerdo con el Sistema de Zonas de Vida de Holdrige (1967), la región se clasifica como bosque tropical seco.



Fuente: Tomado de Google 2016.

Descripción de las buenas prácticas aplicadas

La evidencia científica sobre los impactos del cambio climático es abrumadora y deja claro que no podemos seguir la tendencia actual de emisiones de GEI. Con los escenarios actuales de calentamiento global de 0.8 °C y las proyecciones de aumento de entre 2 y 4 °C existen más bases científicas para afirmar que el sistema atmosférico de la Tierra sufrirá un calentamiento de casi 1.5 °C por encima de los niveles preindustriales, debido a las emisiones anteriores y previstas de GEI. Con 2 °C de calentamiento será





mucho más difícil erradicar la pobreza, aumentar la prosperidad y reducir la desigualdad en el mundo, metas ya de por sí difíciles de alcanzar. Con un incremento de 4 °C la posibilidad de lograrlas se pone seriamente en duda. En América Latina y el Caribe (ALC) las olas de calor y el cambio en los patrones de precipitación tendrán impactos negativos en la productividad agrícola, el régimen hidrológico y la biodiversidad (BM 2014).

Aunque la agricultura se ve perjudicada por el cambio climático, también lo favorece, ya que constituye un importante emisor de GEI. La producción agropecuaria libera estos gases a la atmósfera y produce la mayor parte de las emisiones de metano (a través del ganado y los humedales, especialmente los arrozales) y de óxido nitroso mediante el uso de fertilizantes (FAO s.f.) Es por esto que la mitigación de emisiones de GEI en la agricultura es tan importante.

La mitigación basada en la adaptación, un enfoque propuesto por El Salvador,

tiene como principal objetivo reducir la vulnerabilidad ambiental y social a los impactos del cambio climático y restaurar el paisaje a gran escala a través de la adaptación. Además, busca obtener beneficios de la mitigación mediante el aumento de la capacidad de captura y fijación de carbono en la vegetación y el suelo (MARN 2013).

Dicho enfoque surge de la prioridad que supone adaptarse al cambio climático, mientras existe la voluntad de reducir las emisiones de GEI, además de la identificación de acciones en los campos forestal y agrícola que permiten reducir las emisiones y que ofrecen cobeneficios en materia de conservación de la biodiversidad y de los suelos, adaptación, regulación hídrica y fortalecimiento de la capacidad productiva y de los medios de vida. Asimismo, tiene otros objetivos más amplios y una mayor aceptabilidad por parte de los sectores productivos y empresariales para colaborar con la mitigación.

Adicionalmente, ofrece actividades dirigidas a aumentar la fijación del carbono que no se oponen a las metas de producción ni a las necesidades de adaptación. Los cambios en algunos métodos de producción y técnicas agrícolas de El Pelón de la Bajura son un claro ejemplo del éxito de la aplicación de este enfoque. En la actualidad la empresa se está adaptando a las condiciones cambiantes del clima, mantiene su rentabilidad y ha reducido sus emisiones de GEI, hasta el punto de ganar una certificación de carbono neutralidad en sus operaciones.

Implementación y resultados

Las siguientes prácticas son innovaciones o cambios realizados por El Pelón de la Bajura en sus operaciones tradicionales, que han contribuido a disminuir las emisiones de GEI y han traído cobeneficios en cuanto a la adaptación al cambio climático y/o el aumento de la producción y la rentabilidad del cultivo:

Nivelación de terrenos en “taipas”: Para garantizar la uniformidad de la lámina de agua de los arrozales, El Pelón de la Bajura anualmente nivelaba a cero grados de pendiente grandes extensiones de terreno de hasta 500 ha. Ello implicaba realizar grandes movimientos de suelo de hasta



700 m³/ha y rectificaciones de mantenimiento de hasta 200 m³/ha, que suponían gastos económicos de entre USD 800 y USD 2500/ha y costos en términos de operación de maquinarias pesadas, emisiones de GEI, daño a la capa arable, pérdida de fertilidad y degradación del suelo.

Para revertir los efectos negativos mencionados y seguir manejando una lámina de agua uniforme, se nivelan los campos utilizando las curvas de nivel naturales del terreno. Como barrera para el agua se cambiaron los grandes muros de tierra que se usaban por un montículo más pequeño, denominado “*taipa*” en Brasil, país donde fue desarrollado principalmente este sistema. El uso de dicho montículo posibilita la plantación del arroz, aumenta el área de siembra efectiva y reduce el hábitat de los roedores plaga del cultivo.

Asimismo, por medio del uso de las “*taipas*” se ahorra agua y se reducen la labranza del terreno y los costos de acondicionamiento del área, que en promedio son de USD 150/ha. Se calcula que el aumento en los rendimientos obtenido mediante las “*taipas*” es de 5 a 10 % con respecto al rendimiento promedio de 6.5 t/ha de la finca de El Pelón de la Bajura.

Ensayo de variedades resistentes al clima:

Condiciones climáticas como aumentos en la temperatura diaria y la velocidad de los vientos han sido percibidas en la finca. Los registros indican que en promedio las ráfagas alcanzaban una velocidad de 38 km/h; no obstante, en años recientes ha llegado hasta los 60 km/h.

Tales condiciones han propiciado la deshidratación del polen y han dificultado la polinización, por lo que ha aumentado

el vaneamiento de los granos y se ha reducido la producción. Una solución ante estas eventualidades es utilizar variedades más resistentes a estas condiciones; sin embargo, debido a la incertidumbre que se genera en términos de su potencial de rendimiento, comportamiento en el pilado y aceptación en el mercado, la empresa implementó ensayos varietales en diferentes parcelas de evaluación.

Dichos ensayos se desarrollaron en los campos de producción comercial, en los meses de mayor intensidad de viento. Se utilizaron parcelas de 500 m², en cada una de las cuales se plantó una variedad seleccionada, acción que se repitió cuatro veces en intervalos de quince días. El objetivo no era evaluar solo su rendimiento, sino también su demanda de agroquímicos, la cantidad de semilla empleada y el manejo poscosecha.

Energía a partir de la biomasa: En el proceso de pilado del arroz se separa la semolina y la cascarilla del grano. La semolina tiene varios usos en la alimentación animal, mientras que la cascarilla tradicionalmente no tiene utilidades comerciales. Esta última, como subproducto de la industrialización, tiene un poder calorífico de 3281.6 kcal/kg, un bajo contenido de humedad ($\leq 7\%$) y una muy reducida biodegradabilidad en condiciones de ambiente natural, lo que la convierte en un desecho difícil de manejar y eliminar (Mena 2015). Cabe mencionar que el 20 % de todo el arroz procesado en las arroceras se convierte en cascarilla (Mena 2015).

Desde 2008 los más de 150 000 q de arroz que son industrializados mensualmente



por la empresa son utilizados para abastecer una planta de generación de energía eléctrica de 4500 kW/h, cuya energía es utilizada en sus procesos. Asimismo, la empresa siembra cada mes 200 ha de pasto king grass como biomasa que complementa la energía producida por el generador.

Recirculación del agua de riego:

El Pelón de la Bajura ha instalado un sistema de bombeo de agua que permite la recirculación del líquido entre sus arrozales y que funciona con la energía generada en sus instalaciones. A través de esta estrategia se ahorra agua en los momentos más críticos de sequía y se reducen los costos operativos como resultado del autoconsumo de energía. En esta finca el tiempo de mayor producción coincide con la temporada seca, por lo que la demanda hídrica del cultivo aumenta.

La empresa cuenta con 150 ha de estanques para la producción de tilapia. En el agua contenida en ellos se acumula una cantidad significativa de materia

orgánica derivada de las excretas de los peces y del alimento no consumido por ellos. Este líquido es bombeado a los arrozales, que actúan como un biofiltro que lo clarifica y aprovecha los nutrientes.

Disminución de la labranza: El fanguero se usa tradicionalmente como método de preparación del terreno de los arrozales; sin embargo, constituye una práctica inconveniente debido a su agresividad con el suelo. A pesar de ser eficiente para deshacer los residuos de la cosecha y dejar el terreno en condiciones de siembra, a largo plazo incide negativamente en la conservación del suelo, causando una mayor erosión y destrucción de la capa arable (horizonte A). Otra técnica para preparar el terreno consiste en quemar los residuos al finalizar la cosecha y luego realizar unos pases de rastra.

Como alternativa a las dos opciones anteriores, El Pelón de la Bajura adquirió una rastra de cadenas con discos sin filo. Este implemento se emplea para majar y descepar los rastrojos (residuos de la cosecha) y eliminar la maleza pequeña. Una vez utilizado, los rastrojos quedan acostados (aplastados en el suelo) por lo que, cuando llega la lluvia o se riega el campo, se acelera la descomposición de los residuos. Además, mediante su uso se prescinde de la quema para eliminar los residuos de la cosecha y de los herbicidas para controlar las malezas, además de que se evita la remoción de la tierra, lo que favorece su conservación.

Esta estrategia es aplicable mediante la combinación de sembradoras de labranza mínima y la siembra directa, en la que se entierra la semilla. Se pone en práctica sobre lotes donde se ha sembrado arroz previamente y se conservan las “taipas” utilizadas en años anteriores, que son reparadas si es necesario.





Ingeniero Arnoldo Rodríguez, jefe de finca.

Factores de éxito

A pesar de que la finca de El Pelón de la Bajura se ubica en el Corredor Seco Centroamericano, las medidas de adaptación aplicadas en ella han permitido continuar con las operaciones agrícolas sin que sus rendimientos se hayan visto afectados.

Las prácticas de mitigación implementadas han sido efectivas, ya que a través de ellas se ha logrado la carbono neutralidad. En el último inventario de GEI verificado, correspondiente a 2013, se estimó una mitigación de 793 t de CO₂ como resultado de la generación de energía a partir de biomasa. Además, se han generado doce empleos verdes directos y quince temporales (Mena 2015).

Las estrategias descritas en este documento fueron previamente evaluadas en ensayos

controlados antes de ser dimensionadas en el plano comercial. La validación de la tecnología o las prácticas aplicadas en la finca para su comparación posterior con la literatura disponible sobre la materia o los resultados obtenidos por terceros, constituye un paso importante para que las inversiones que se realicen en este sentido tengan mayores probabilidades de alcanzar el éxito.

El cambio climático no afecta únicamente a las plantas de arroz, sino también a las personas. En el ámbito social, la empresa ha creado un sistema de monitoreo del estado del tiempo, que incluye una estación meteorológica propia, con el fin de controlar la exposición de los trabajadores del campo a los rayos del sol y a las altas temperaturas. Asimismo, con los datos obtenidos lleva un control sobre los riesgos de insuficiencia renal a los que estas personas están expuestas. En este contexto, entre los primeros cambios realizados se incluye

el adelanto de una hora en la jornada de trabajo en el campo, a fin de disminuir el tiempo de exposición de los trabajadores a condiciones perjudiciales.

Evitar las quemadas de biomasa en los campos no solo mitiga las emisiones de GEI, sino también incrementa su aprovechamiento como fuente importante de materia orgánica para el suelo, ya que esta mejora su estructura y fertilidad y aumenta la fauna beneficiosa para él.

Lecciones aprendidas

Encontrar sinergias entre la mitigación y la adaptación es posible. Algunas estrategias para lograrlas presentan vínculos entre sí; por consiguiente, identificar oportunidades para mejorar los resultados de ambas puede potenciar los esfuerzos de sostenibilidad en la finca.

Producir energía renovable y prescindir del uso de combustibles fósiles en algunas

actividades resulta beneficioso para el medioambiente, ya que lo protege de contaminantes. El Pelón de la Bajura alcanzó la autosuficiencia energética, por lo que ya no tiene que comprar energía eléctrica a la red nacional.

Tales acciones le permitieron obtener la certificación de todos sus procesos (agrícola, industrial y comercial) con la Norma Internacional INTE-ISO 14064, así como el reconocimiento del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) de Costa Rica, que le otorgó la marca Carbono Neutro del país en 2014 (Mena 2015).

El cuidado de los trabajadores ante las condiciones climáticas va más allá de la finca. A través de los servicios de un psicólogo, la empresa brinda capacitación a sus trabajadores en sus hogares en torno a los riesgos de la insuficiencia renal y sus causas: exposición al sol, hidratación insuficiente, abuso del alcohol y los fármacos y predisposición genética.





Recomendaciones

Las prácticas de conservación de los suelos constituyen medidas firmes de adaptación, también conocidas como medidas *no regret*, debido a que aún sin el cambio climático, estas favorecen al agricultor y les resultan útiles en sus actividades.

En ALC, donde el desarrollo y la erradicación de la pobreza son objetivos que aún no se han logrado cumplir, la mitigación no es una prioridad para algunos. Es por ello que las medidas de mitigación con cobeneficios para la adaptación y viceversa tienden a ser recibidas más favorablemente por el sector agrícola.

A pesar de la gran inversión que supone la instalación de generadores de energía renovable, los avances tecnológicos facilitan cada vez más su adquisición.

En algunas regiones los cambios en el clima ya son perceptibles, especialmente los incrementos en la variabilidad climática, por lo que la implementación por anticipado de estrategias de adaptación desarrolla las capacidades de los productores para enfrentar el cambio climático.

Reducir la vulnerabilidad al cambio climático requiere de empresas y personal convencidos de la imperiosa necesidad de modificar las prácticas convencionales de producción, y de implementar estrategias novedosas y básicas que propicien el manejo óptimo y la conservación del suelo, el agua y los demás recursos en general, tal y como lo ha hecho recientemente El Pelón de la Bajura en su sistema productivo de arroz.

Muchas de las estrategias aplicadas en esta empresa pueden ser implementadas y adaptadas por igual por pequeños y grandes productores. Para ello lo que se necesita es la voluntad para hacerlo y el deseo de contribuir de dicha forma a la mitigación de los GEI y a la adaptación al cambio climático.

Contacto:

Heiner Vega Fonseca
Teléfono: (506) 2690-3000,
ext. 3758



La cápsula didáctica de esta finca está disponible en:
https://youtu.be/uUKrFDNlvU8?list=PLQM0b7UDnH_RHBQOYIXWDPNPru6VCzOGU
<http://euroclima.iica.int/content/mitigaci%C3%B3n-basada-en-adaptaci%C3%B3n-en-un-cultivo-de-arroz-carbono-neutro>

Página web: <http://tiopelon.cr/pelonbajura.html>

Correo electrónico:
hvega@grupopelon.com

Referencias

- Adhya, TK *et al.* 2014. Wetting and drying: reducing greenhouse gas emissions and saving water from rice production (en línea). Working Paper, Installment 8 of Creating a Sustainable Food Future. Washington, D. C., World Resources Institute. Consultado el 27 de noviembre del 2016. Disponible en <https://drive.google.com/file/d/0B5WDk-4vUwyZUHJnX2dzY2Q5ZkE/view>.
- BM (Banco Mundial, Estados Unidos de América). 2014. Turn down the heat: Confronting the new climate normal (en línea). Washington, D. C., BM. Consultado el 27 de noviembre del 2016. Disponible en <http://documents.worldbank.org/curated/en/602511468226209555/pdf/927040v10Spani09SPAspa0010NOEmbargo.pdf>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). s.f. Mitigación del cambio climático y adaptación en la agricultura, la silvicultura y la pesca (en línea). Roma, FAO. Consultado el 27 de noviembre del 2016. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0142s/i0142S00.pdf>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Chile). 2014. Anuario estadístico de la FAO 2014: La alimentación y la agricultura en América Latina y el Caribe (en línea). Santiago, Chile, FAO. Consultado el 27 de noviembre del 2016. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3592s.pdf>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2015. FAOSTAT (en línea). Roma, FAO. Consultado 19 ago. 2016. Disponible en <http://faostat.fao.org/>.
- Google. 2016. Mapa de Liberia, Provincia de Guanacaste, Costa Rica (en línea). California, Estados Unidos, Google. Consultado el 27 de noviembre del 2016. Disponible en <https://www.google.co.cr/maps/place/Provincia+de+Guanacaste,+Liberia/@9.8724331,-85.2920018,402869m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8f757d2a8a1c08e5:0xb2f8a494fb368393!8m2!3d10.6349647!4d-85.4406738?hl=es>.
- Holdridge, LR. 1967. Life Zone Ecology. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2016. Mitigación basada en adaptación en un cultivo de arroz carbono neutro (en línea, video). San José, Costa Rica. 7 min. 27 seg., son., color. Consultado el 27 de noviembre del 2016. Disponible en https://youtu.be/uUKrfDNlvU8?list=PLQM0b7UDnH_RHBQ0YIXWDPNPru6VCzOGU.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica). 2008. Clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica (en línea). San José, Costa Rica, IMN. Consultado 25 abr. 2016. Disponible en http://cglobal.imn.ac.cr/sites/default/files/documentos/el_clima_variabilidad_y_cambio_climatico_en_cr_version_final.pdf.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2013. Segunda comunicación nacional sobre cambio climático (en línea). San Salvador, El Salvador, MARN. Consultado el 27 de noviembre del 2016. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/natc/slvnc2.pdf>.
- Mena, K. 2015. Compendio de experiencias en la mitigación de gas de efecto invernadero (GEI) para la agricultura y ganadería (en línea). San José, Costa Rica, IICA. Consultado el 27 de noviembre del 2016. Disponible en <http://euroclima.iica.int/sites/default/files/Compendio%20de%20esperiencias%20en%20la%20mitigaci%C3%B3n%20de%20GEI.pdf>.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica); IMN (Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica). 2013. Descripción del clima: Cantón de Liberia (en línea). San José, Costa Rica, MINAE. Consultado 25 abr. 2016. Disponible en <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Climatolog%C3%ADa+Cant%C3%B3n+de+Liberia>.
- Mohanty, S; Wassmann, R; Nelson, A; Moya, P; Jagadish, SVK. 2013. Rice and climate change: significance for food security and vulnerability (en línea). Discussion Paper Series No. 49. Los Baños, Filipinas, IRRI. 14 p. Consultado el 27 de noviembre del 2016. Disponible en http://books.irri.org/DPS49_content.pdf.

**Contáctenos**

Proyecto EUROCLIMA - IICA

*Por una agricultura sostenible con mayor capacidad para
adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático***Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)**

Sede Central. San José, Vázquez de Coronado,

San Isidro 11101-Costa Rica, América Central

Apartado 55-2200

Teléfonos: (+506) 2216-0188 / 2216-0194

Fax: (+506) 2216-0233

euroclima.iica.int