

Desarrollo tecnológico

Tema: **Servicios**

EL MAPA DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO DE COSTA RICA, VERSIÓN 3.0 2018

A. Rosales

Introducción

El carbono orgánico del suelo es la cantidad de carbono orgánico contenido en el suelo. La fuente del mismo son los residuos orgánicos de vegetales y animales que se generan por la acumulación, entran en un proceso evolutivo de la materia orgánica donde se sucede la acción simultánea de mineralización y humificación. El mapeo del carbono orgánico del suelo responde a una iniciativa de la Alianza Mundial por el Suelo (GSP siglas en inglés) que apunta a promocionar el manejo sostenible del suelo en todos los niveles para todos los usos de la tierra a través de herramientas normativas basadas en evidencia científica. En la asamblea Plenaria del GSP se tomó la decisión de crear el Mapa Mundial de Carbono del Suelo como uno de los indicadores mundiales del desarrollo sostenible. Por tal motivo, la Secretaría del GSP fue instruida para coordinar con los países miembros de la alianza el desarrollo de los mapas nacionales de carbono orgánico del suelo para finales del año 2017.

Por otro lado, el mapeo digital de suelos ha tenido un gran éxito, al cambiar la manera de enfocar la evaluación del recurso suelo en todas partes del mundo. Nuevos productos del Mapeo Digital de Suelos con incertidumbres asociadas, aparecen semanalmente. Muchas técnicas y enfoques han sido desarrollados. Podemos mapear todo el mundo o solo una finca. Todo esto ha pasado con el cambio de milenio (2).

El mapa de carbono del suelo de Costa Rica V 3.0, es el resultado de la conjunción de estas técnicas para el desarrollo de nuevos modelos y nuevas covariables, como un esfuerzo conjunto realizado mediante el intercambio de ideas entre profesionales de Costa Rica, México y Argentina.

Objetivo

Determinar el contenido de carbono orgánico del suelo a nivel nacional, en una capa de suelo de 30 cm de profundidad.

Método

Para desarrollar el mapa nacional de carbono del suelo se ha recurrido a la técnica del mapeo digital de suelos. Se utilizaron herramientas, códigos y funciones desarrollados por especialistas en Software R para el análisis geoespacial de datos de suelos. Para este propósito y después de una amplia revisión, se usaron 1514 de 1568 perfiles contenidos en la Base Nacional Georeferenciada de Suelos, compilada por el INTA-UCR.

El contenido de CO del suelo se calculó mediante la fórmula $CO = 1000 \cdot A \cdot B \cdot C$ suministrada por el ISRIC mediante el CookBook (1):

Donde:

CO = Contenido de carbono a 0,30 m de profundidad (kg/m^2)

1000 = Factor de conversión de g/cm^3 a kg/m^3

A = Densidad aparente (g/cm^3)

B = Profundidad del suelo (m)

C = Porcentaje de C.O.

Además: $1\text{kg/m}^2 = 10\text{ ton/ha}$

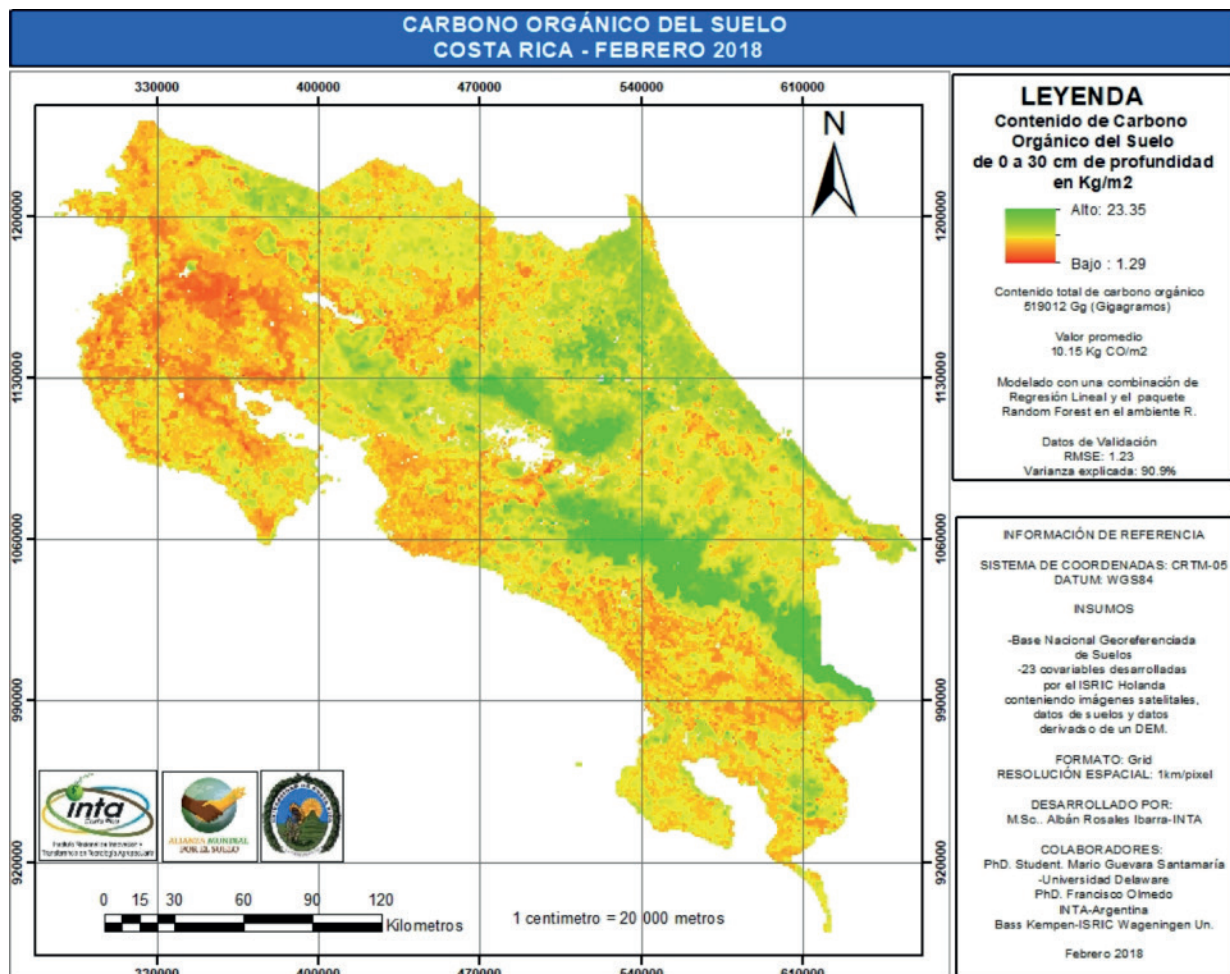
Un representante experto por país miembro del GSP fue escogido para participar en los talleres programados a nivel mundial. Dos representantes de Costa Rica participaron en el taller realizado en junio del 2017 en el Centro de Información Mundial de Suelos (ISRIC) de la Universidad de Wageningen en Holanda. Para el desarrollo del mapa, se utilizaron 49 de las 59 covariables suministradas por el ISRIC todo a una resolución espacial de 1 km por pixel. Las covariables estaban compuestas por derivadas del terreno de un modelo de elevación digital, datos climáticos y bandas de imágenes de diferentes plataformas satelitales.

Antes del modelado, una matriz de datos fue desarrollada, conteniendo un identificador para cada perfil del suelo, coordenadas x-y, el contenido de carbono en g/cm^3 , y la suma de las 49 covariables espaciales suministradas por el ISRIC. Finalmente, se utilizó el ambiente de software R y la función Random Forest para el modelado espacial del mapa de carbono del suelo.

Posteriormente, para mejorar la predicción y disminuir la incertidumbre asociada, con la colaboración de dos expertos de México y Argentina se desarrolló un modelo híbrido, usando un método de kriging para establecer las mejores correlaciones de las covariables predictorias con la variable CO, en combinación con un método de aprendizaje automático (Random Forest).

Resultados

Se desarrollo el Mapa Nacional de Costa Rica de Contenido de Carbono Orgánico del Suelo, en una capa de 0 a 30 cm de profundidad y con una resolución espacial de 1 km². El contenido total nacional de carbono orgánico del suelo fue de 519012 Gg (Gigagramos), o sea 10,15 kg de carbono orgánico por m². La incertidumbre asociada al mapa dio como resultado una varianza explicada de 90,9 % y un RMSE 1,23.



Conclusiones

- Con el desarrollo del Mapa Nacional de Carbono Orgánico del suelo, Costa Rica contribuye con la iniciativa de la Alianza Mundial por el Suelo para producir el Mapa Mundial de Carbono Orgánico del Suelo.
- Costa Rica cuenta con una línea de base inicial del contenido de carbono orgánico del suelo para el año 2017, un hecho que ayudará a comprender el estado de la calidad del suelo y mejorar la toma de decisiones sobre cómo manejar el suelo de una manera sostenible y comprender la resiliencia del mismo para mitigar los efectos del cambio climático.
- Los valores de la incertidumbre asociada al modelo fueron satisfactorios con RMSE de 1,23 y un porcentaje de varianza explicada de 90,9, los valores de carbono orgánico oscilaron entre 1,29 y 23,35 kg /m².
- El uso de covariables con una resolución espacial de 1 km, puede parecer bueno para el tamaño de Costa Rica, sin embargo, el aumento de esa resolución espacial podría ser un factor determinante para mantener la incertidumbre en valores aceptables con predicciones a nivel regional o cantonal.
- Esta metodología, podría ser usada para la predicción de otras variables asociadas a la fertilidad de los suelos como, suma de bases, porcentaje de saturación de acidez, acidez intercambiable y pH.

PROYECTO DE CARTOGRAFÍA DE SUELOS PARA LOS CANTONES COSTEROS (PCS)

C. Salazar; R. Jiménez

Introducción

Al ser Costa Rica el tercer país más pequeño en área territorial, solamente superado por Belice y El Salvador, la planificación territorial de las actividades humanas y de protección ambiental, revisten una importancia enorme, especialmente en la actualidad, al contar el país con 5 millones de habitantes y alrededor de 4 millones de turistas y 1 millón de inmigrantes. La presión sobre los recursos naturales, especialmente el suelo, el agua, los alimentos, aceites, madera y otros, además del aire, resultan en una prioridad que el Estado no puede postergar más. Así, la zonificación del uso del territorio, responsabilidad del Ministerio de Agricultura y Ganadería y sus organismos de máxima y mínima desconcentración, se plasmará en mapas digitales y oficiales, a escala 1:50 000, siendo 1 cm² del mismo, representativo para 6,25 ha de terrenos en la realidad. Para la ejecución del Proyecto de Cartografía de los Suelos Costeros (PCS), el MAG ha dotado al INTA de personal, vehículos, equipos de investigación y otros insumos indispensables para realizarlo, basado en el Manual de Levantamiento de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, en su versión 2014. La clasificación científica de los suelos se hará sobre la Keys to soil taxonomy, NRCS-USDA del 2016, y lo estipulado en la metodología de capacidad de uso de las tierras de Costa Rica según el D.E. N°23214-MAG-MIRENEM (1994) o la que se encuentre vigente, dando como producto clases taxonómicas de suelos a nivel de familia mineralógica y térmica, y unidades de manejo de Capacidad de uso de las Tierras. Finalmente, el PCS generará diversas capas temáticas importantes para la adaptación al cambio climático como clases texturales, retención de agua, conductividad hidráulica (planificación del riego) fertilidad química, física, Carbono en el suelo, pH, % Saturación Aluminio, por mencionar las más comunes.

Objetivos

- Levantar en el terreno (5 observaciones simples por kilómetro cuadrado) y de acuerdo a la planificación realizada sobre los factores formadores de suelo Clima, Geología (material parental), Geomorfología (relieve, paisajes y fisiografía), efecto de los organismos (vegetación y otros) y el Tiempo, las características morfológicas, químicas, físicas y biológicas de los suelos ocurrentes en los cantones costeros.
- Elaborar una base de datos poderosa, totalmente georeferenciada, en la cual se documenten todas las observaciones realizadas en sobre el terreno y el laboratorio.
- Utilización de software R (gratuito sin licencia) para la generación de las diferentes capas temáticas.
- Afinamiento y supervisión en el Sistema de Información Geográfico (SIG) de la calidad vectorial y general de los mapas producidos.
- Publicación en el diario oficial La Gaceta de la Cartografía Digital realizada.

Método

Para el levantamiento en campo y laboratorio de Suelos, se utilizará el Manual de Levantamiento de Suelos del Servicio Nacional de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (NRCS-UDAD por su acrónimo en inglés) y para las determinaciones de laboratorio, los métodos sugeridos por el Laboratorio de Suelos del NRCS-USDA.

Resultado

El PCS ha iniciado en septiembre de 2017 y a la fecha se pueden resumir sus productos parciales como los siguientes:

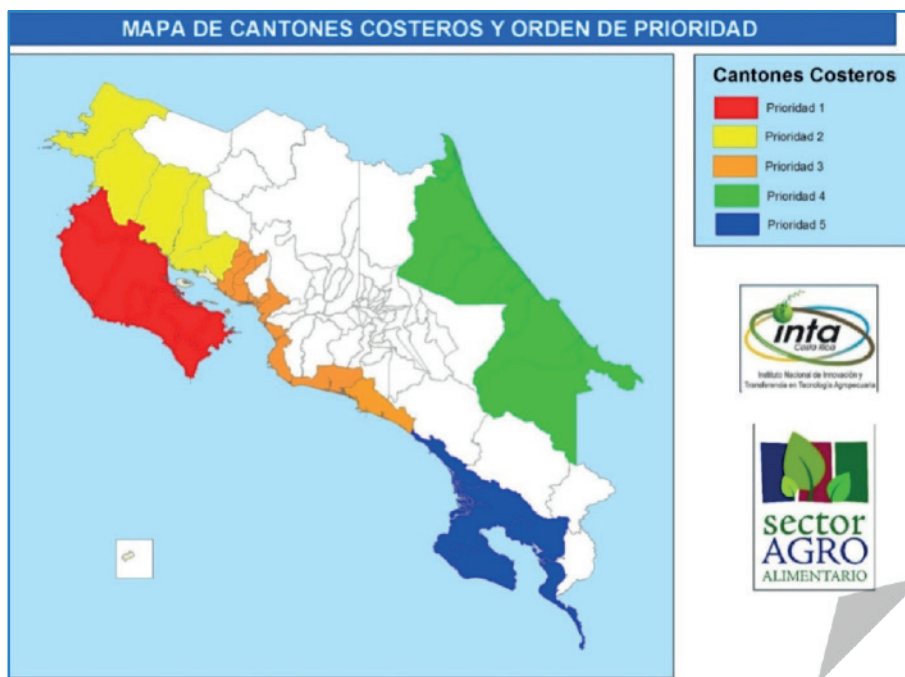


Figura 1. Priorización de cantones según consenso con MINAE-MIVAH-IFAM-IGN-ICT-INVU-CNE

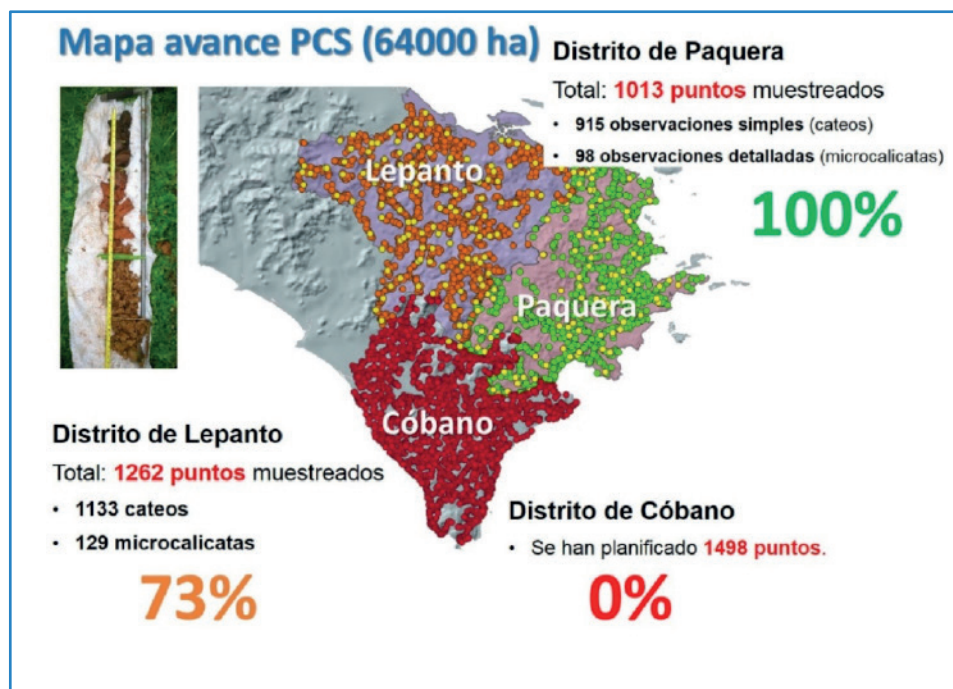


Figura 2. Actualmente se cuenta con un 90 % de Lepanto y Paquera concluido totalmente.

Conclusiones

- Para un país de las dimensiones de Costa Rica, contar con una información básica de clases taxonómicas de suelos y capacidad de uso de las tierras a escala 1:50 000 representará un salto tecnológico notable, para la planificación del uso del territorio nacional, en los cantones costeros, en el marco de los Planes Reguladores municipales, que se han convertido en un “cuello de botella” para el desarrollo.
- Toda la información agilizará la tramitología de permisos en las municipalidades involucradas en el PCS, y de insumo para la delimitación del Patrimonio Natural del Estado por parte del SINAC-MINAE.
- Para el Sector Agropecuario significará un parte de aguas para la planificación de la Extensión Rural y la Investigación Agropecuaria, el mercadeo integral (insumos, cosechas y agroindustria), pólizas de aseguramiento y crédito agropecuario, a partir de la Zonificación Agroecológica (ZAE) de los cultivos de mayor importancia nacional.
- El proceso de ZAE permitirá al INTA avanzar en campos relacionados con la Adaptación al Cambio Climático, como el Fitomejoramiento para escenarios de alta temperatura, diseño de láminas de riego, mejoramiento del manejo de la preparación de terrenos con maquinaria y otros tipos de tracción (economía en combustibles), y exploración de nuevos rubros de cultivos adaptados a las nuevas condiciones climáticas a futuro.

ANÁLISIS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR CROMATOGRAFÍA DE GASES

S. Ramírez

Introducción

Como es sabido, al igual que muchas otras actividades antropológicas, las actividades agrícolas y ganaderas producen diversos gases que se acumulan en la atmósfera. Estos gases contribuyen al fenómeno denominado *efecto invernadero* cuyos impactos se han venido estudiando desde hace varios años atrás. Como ente de investigación en el sector agropecuario, el INTA se ha propuesto estimar la producción de metano (CH_4) y de óxido nitroso (N_2O) en diferentes actividades cotidianas como lo son la ganadería y la fertilización. El laboratorio de suelos del INTA (ubicado en La Unión, Cartago) cuenta con un equipamiento de última tecnología que ofrece un servicio de análisis confiable a sus investigadores.

Estas emisiones están compuestas principalmente por los gases dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) y metano (CH_4), a los que se suma como fuente indirecta el amoníaco (NH_3).

Objetivos

- Identificar los gases de efecto invernadero (GEI).
- Explicar el origen químico de estos gases.
- Exponer el método de cuantificación analítica de GEI disponible en el Laboratorio de Suelos del INTA.
- Señalar la demanda del servicio de análisis de GEI por el Laboratorio de Suelos así como la capacidad de éste.

Método

Las muestras que se analizan provienen de dos fuentes: collares que se colocan sobre ganado para capturar los gases de la digestión (como metano) y cámaras plásticas colocadas sobre el suelo para evaluación de la liberación de nitrógeno (como óxido nitroso). Las muestras de GEI se cuantifican mediante la técnica de cromatografía de gases, empleando un equipo marca Agilent, modelo 7890A.

Resultado

En la figura 1 se observa el incremento en la demanda del servicio de análisis de GEI en el Laboratorio de Suelos de los últimos 6 años (2013-2018). Hasta la fecha, únicamente se han recibido muestras de clientes internos, nuestra intención a corto plazo es homologar las metodologías de captura de muestras y ofrecer el servicio al público en general. Ha habido un incremento importante en la demanda de este tipo de servicio por lo que el INTA espera optimizar su metodología para garantizar ser competitivos en esta área.

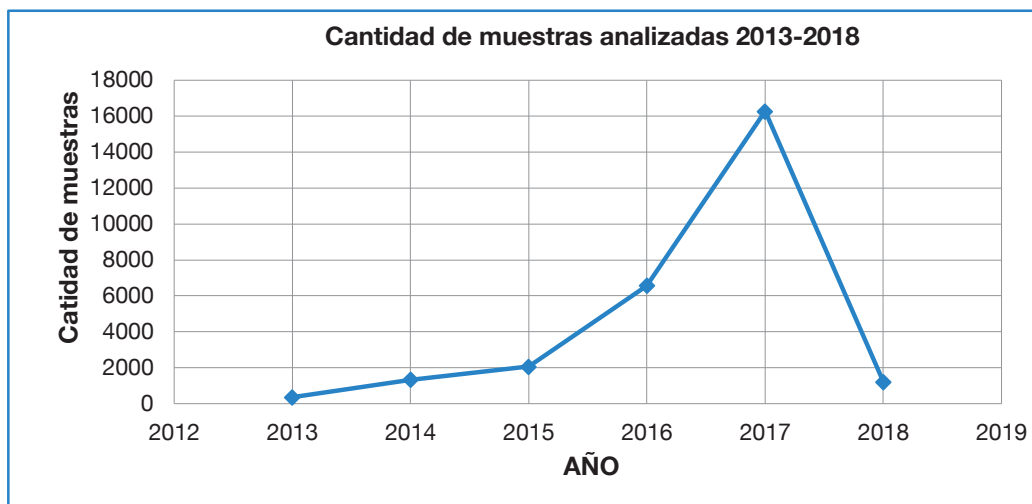


Figura 1. Demanda de análisis de GEI en el laboratorio de suelos. Periodo 2012-2018

Conclusiones

- El laboratorio de suelos cuenta con un equipo tecnológico de última tecnología exclusivo para la medición de GEI que ofrece a sus clientes un resultado confiable y verdadero.
- Se espera poder ofrecer el servicio a clientes externos del INTA al corto plazo.

ANÁLISIS Y SERVICIOS QUE VERIFICAN LA CALIDAD DE LOS MATERIALES QUE SE USAN PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL QUE BRINDA EL LABORATORIO DE PIENSOS Y FORRAJES

R. Noguera

Introducción

La química ha sido desde la antigüedad una herramienta muy valiosa de verificación de calidad de diversos materiales, ya que como ciencia básica se fundamenta en leyes y principios que son verificables y replicables los cuales han sido confirmados por diversos científicos a través del tiempo y podemos testificar que son adaptables a prácticamente todas las industrias productivas entre estas la industria agropecuaria.

Ya que se busca constantemente promover una gestión sostenible de los recursos de los sistemas de producción, es imprescindible en el caso específico de pastos y forrajes optimizar su uso, y para ello es fundamental evaluar no solo la disponibilidad que tiene el país y la calidad nutritiva de esta oferta a través de ensayos de laboratorio que nos brinden insumos para la toma de decisiones.

A su vez la ciencia y la tecnología son dinámicas y por ellos cada vez se desarrollan nuevos equipos, se mejoran las metodologías y por ello debemos ser capaces de utilizarlas en busca del mejor aprovechamiento de los recursos. Es por eso que el Laboratorio de Piensos y forrajes se presenta como una herramienta de carácter técnico para la toma de decisiones en la evaluación y uso de materiales utilizados en la alimentación animal de rumiantes

Objetivo

Evaluar opciones forrajeras diversas y aplicar metodologías de análisis para la escogencia de los mejores materiales para alimentación animal, se buscar maximizar la suplementación forrajera menos la dependencia de concentrados, y a su vez evaluar los efectos.

Diversas técnicas de análisis químico entre ellas volumetría, gravimetría, espectrofotometría, análisis estadístico aplicables a metodologías de la agroindustria.

[illegible]

El laboratorio de Piensos y Forrajes es una herramienta para el investigador para el análisis de los mejores materiales para la alimentación animal.

Desarrollo de capacidades

Tema: **Transferencia de Tecnología**

DESARROLLO DE CAPACIDADES POR MEDIO DE PROCESOS DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

L. Ramírez

El INTA mediante procesos de gestión del conocimiento y desarrollo de capacidades, promueve el intercambio y acceso a las opciones tecnológicas generadas producto de la investigación y la innovación.

La gestión del conocimiento se enfoca en procesos horizontales y participativos, que basan su quehacer en la filosofía “aprender – haciendo” de manera que se promueve el aprendizaje en la práctica y se estimula el constructivismo entre las personas.

El proceso de formación de formadores a través de la implementación de vitrinas tecnológicas, los procesos de capacitación y difusión, la promoción de espacios de diálogo e intercambios de experiencias y saberes, aunado al uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y las facilidades para el acceso a las tecnologías a través de las plataformas virtuales; son parte de los mecanismos que integran la estrategia de gestión del conocimiento institucional y que han permitido no sólo, ir formando técnicos y productores en temas agronómicos y competencias blandas, sino también, contribuir a la reducción de la brecha digital entre productores para el acceso a las tecnologías y el intercambio de conocimientos, formando un productor informado y con criterio técnico para apoyar la toma de decisiones.

Todo este accionar se plasma además en las plataformas virtuales, las cuales están a disposición de los usuarios con la información actualizada para consulta y referencia (Plataforma PLATICAR). La participación activa y comprometida en las redes de conocimiento es parte importante del quehacer institucional ya que permite no sólo compartir conocimientos técnicos, sino motivar al trabajo articulado en pro del bienestar de los productores y sus familias. El INTA participa en el Comité Directivo de la Red

Latinoamericana de Servicios de Extensión Rural (RELASER) y además coordina el Foro RELASER Costa Rica.

Acciones estratégicas

- **Desarrollo de capacidades en técnicos y productores:** desarrollar capacitaciones, intercambios, eventos de transferencia, en opciones tecnológicas para mejorar la productividad y resiliencia de los sistemas de producción. Así como la formación de formadores para fomentar la replicabilidad y escalamiento de las tecnologías.
- **Desarrollo de materiales didácticos:** materiales se desarrollan en diferentes formatos para los diferentes usuarios, sea para apoyar los procesos de capacitación, así como para la difusión masiva, tales como: videos, publicaciones, material de autoaprendizaje, fichas técnicas, manuales técnicos.
- **Desarrollo de redes de conocimiento:** se busca promover el intercambio y creación de conocimiento para el intercambio entre técnicos y productores.
- **Desarrollo de vitrinas tecnológicas:** son espacios para el intercambio y generación de conocimiento, con el uso de técnicas de aprender-haciendo en las fincas y estaciones experimentales.
- **Aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC):** promueven el intercambio y acceso a las tecnologías en sus plataformas, tales como la Plataforma PLATICAR del INTA (www.platicar.go.cr), que es un ecosistema de conocimiento de apoyo a la transferencia de tecnología.
- **Proyectar y difundir el quehacer institucional:** a través de las plataformas virtuales, tales como la Página web del INTA (www.inta.go.cr) y la Página Facebook del INTA.

Estrategia de transferencia de tecnología

Se promueve la comunicación, intercambio de saberes y la creación de nuevo conocimiento. Busca sistematizar conocimiento tácito en conocimiento explícito y el rescate de conocimiento local. Se utilizan las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para facilitar la gestión de conocimiento. Se promueve el desarrollo de capacidades y la formación de formadores. La gestión de conocimiento es el motor de los procesos de innovación. Se promueve también la formación de redes, basadas en la construcción de conocimiento y aprendizaje y en la innovación. Se promueve el intercambio de saberes, creación de nuevo conocimiento, articulación del capital social y la comunicación para el desarrollo. Con estos procesos de gestión de conocimiento se busca que

los agricultores puedan entender el qué, porqué y para qué de las tecnologías y con ello disminuir los tiempos de su adopción (figura 1). Parte importante de este proceso, es la articulación con los servicios de extensión pública y privada, que da pie a brindar a nuestros usuarios y beneficiarios, un esquema de formación integral y participativo.



Figura 1. Estrategia de transferencia de tecnología del INTA.

Los procesos de autoaprendizaje son fundamentales para llegar con conocimientos técnicos a más beneficiarios. Es por eso que el INTA en conjunto con Fundecooperación desarrollaron un módulo de autoaprendizaje: Introducción al cambio climático: Experiencias del sector agropecuario en Costa Rica (figura 2). Este curso pretende brindar los conocimientos básicos en el tema, así como medidas de adaptación para su implementación en el campo. El material de autoaprendizaje consta de tres módulos: i) introducción al cambio climático, ii) acciones nacionales, iii) experiencias en acciones climáticas. Se puede acceder al curso en línea por medio de la Plataforma PLATICAR (www.platicar.go.cr).



Figura 2. Curso de autoaprendizaje en cambio climático, experiencia de Costa Rica.

Como parte de las acciones de proyección institucional se elaboran notas informativas y un boletín “INTA Informa”, que plasman la labor técnica y social de la institución. Se dinamiza la Web del INTA y el Facebook INTA Costa Rica.

El INTA ve en su labor de transferencia tecnológica una oportunidad para potenciar el capital humano y social de la población rural de nuestro país y enfoca sus acciones para mejorar el acceso de hombres, mujeres y jóvenes a nuevas tecnologías, de manera que les facilite enfrentar nuevos retos y adaptarse a nuevos mercados, al tiempo que les permite hacer conciencia de una gestión responsable de los recursos para mejorar la calidad de vida de las familias rurales y preservar el medio ambiente.

PLATAFORMA PLATICAR: ECOSISTEMA DE CONOCIMIENTO PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

L. Ramírez

PLATICAR es la Plataforma de Tecnología, Información y Comunicación Agropecuaria y Rural del INTA, que promueve el intercambio de conocimiento entre productores, extensionistas e investigadores. Constituye un referente en materia de gestión del conocimiento y usos de las Tecnologías de Información y Comunicación-TIC, para apoyar los procesos de transferencia de tecnología. Consta de distintos recursos de conocimiento, tales como publicaciones, vídeos, galería de tecnologías, comunidades de práctica, preguntas técnicas frecuentes y recursos informativos que proyectan la labor institucional. Dentro de la Plataforma PLATICAR, se incluye como recurso de conocimiento principal la Infoteca, que contiene todo el acervo de conocimiento generado por la institución en materia de investigación, validación y transferencia tecnológica. Actualmente cuenta con 280 publicaciones técnicas y científicas.

PLATICAR es un ecosistema de conocimiento desarrollado participativamente por productores, extensionistas e investigadores costarricenses, con un enfoque agromático de las Tecnologías de Información y Comunicación-TIC-, basado en procesos de comunicación para el desarrollo y gestión de conocimiento; que ha logrado que los tiempos de adopción de las tecnologías bajen sensiblemente. Se promueve la formación de comunidades de práctica en donde los productores se apropiaron del proceso y lideran las adopciones de tecnologías agropecuarias; los productores líderes se van formando como gestores de conocimiento y van formando a otros en un proceso de propagación autogestionario. Los productores plantean sus problemas y conjuntamente con los técnicos buscan las soluciones.

El objetivo del ecosistema de conocimiento de **PLATICAR** es poner a disposición de los agentes de transferencia y extensión una plataforma de información y comunicación que les facilitara y potenciara su trabajo. Con ello se busca acortar los tiempos de adopción de las nuevas tecnologías agropecuarias desarrolladas por el INTA y sus socios y mejorar las competencias para la toma de decisiones de los productores a través del uso de la información y el conocimiento tecnológico y agropecuario.

Las TIC buscan desarrollar cultura de información e informática para que los productores las conviertan en herramientas de trabajo y aprovechen al máximo la información lo que a la vez disminuye la brecha digital. Mediante el portal de PLATICAR (www.platicar.go.cr), contactan a los técnicos nacionales e internacionales, crean comunidades virtuales y aportan contenidos contribuyendo al rescate del conocimiento local.

PLATICAR es un modelo que se adapta a cada grupo y contexto. Mediante la gestión de conocimiento los productores aprenden el por qué y el para qué (conocimiento y saber) de los procesos y fenómenos agropecuarios, desarrollando una mejor capacidad de toma de decisiones educadas. El ecosistema de conocimiento permite que se logre una adopción de las tecnologías más rápida, desarrollar las comunidades de práctica, estableciendo relaciones y desarrollando nuevas competencias en los productores. Se recomienda que las herramientas y enfoques de PLATICAR sean contextualizados; la experiencia en Costa Rica, es que no es suficiente utilizar una única herramienta sino que hay que combinar varias de ellas, por ello hablamos de un ecosistema de conocimiento, que deben adecuarse y ajustarse a cada localidad, respetando sus culturas y saberes locales.

Anexo: Publicaciones

A continuación, se presenta un listado de publicaciones elaboradas por en el INTA en el marco de proyectos de cooperación, los cuales los pueden acceder en línea en la siguiente dirección www.platicar.com

Título de la publicación	Tipo de documento
Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible.	Manual
Sistemas intensivos sostenibles de producción de carne como estrategia para enfrentar el cambio climático (2 ed.).	Manual
Agricultura orgánica de bajo costo y cambio climático.	Manual
Técnicas para la producción sostenible de café frente al cambio climático.	Manual
Línea de base tecnológica para tres sistemas de ganadería intensiva sostenible.	Manual
Manual de manejo: sistemas intensivos sostenibles de ganadería de engorde.	Manual
Manual de manejo: sistemas intensivos sostenibles de ganadería de leche.	Manual
Manual de manejo: sistemas intensivos sostenibles de ganadería de ganadería de cría.	Manual
Sistemas intensivos sostenibles de producción de carne como estrategia para enfrentar el cambio climático.	Manual
El suelo y los abonos orgánicos.	Manual
Carbono orgánico del suelo y variación del nitrógeno en fincas ganaderas de cría.	Artículo Revista Alcances Tecnológicos 12(2):2018.
Emisión de metano entérico en ganado Brahman en el trópico de Costa Rica.	Artículo Revista Alcances Tecnológicos 12(2):2018.
Carbono orgánico, nitrógeno y densidad aparente en suelos de fincas con ganadería bovina de cría.	Artículo Revista Alcances Tecnológicos 12(2):2018.
Determinación del momento óptimo del día, para realizar muestreos de óxido nitroso en el trópico muy húmedo de Costa Rica.	Artículo Revista Alcances Tecnológicos 12(2):2018.
Emisión de metano por fermentación entérica en vacas bajo pastoreo de lechería tropical.	Artículo Revista Alcances Tecnológicos 12(2):2018.
Balance de gases de efecto invernadero en lecherías especializadas de Costa Rica.	Artículo Revista Alcances Tecnológicos 12(2):2018.

Fuente: Ing. Kattia Lines G. Comité Editorial (INTA) 2018.

