



Seminario: Opciones tecnológicas para la adaptación y mitigación al cambio climático

MEMORIA TÉCNICA



Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica
3 y 4 de octubre, 2018



Seminario: Opciones tecnológicas para la adaptación y mitigación al cambio climático

MEMORIA TÉCNICA



Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica
3 y 4 de octubre, 2018

Compilado por:

María José Elizondo Alvarado
Departamento de Transferencia de Tecnología, INTA

Editado por:

Laura Ramírez Cartín
Departamento de Transferencia de Tecnología, INTA

Diagramado por:

Handeson Bolívar Restrepo - Jander Bore www.altdigital.co

Este documento se encuentra licenciado con Creative Commons
Reconocimiento - No Comercial - Sin obra derivada 3.0 Costa Rica



(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Contenido

Presentación.....	5
Tema: Café.....	7
Determinación de la emisión de óxido nitroso derivado de diferentes dosis de fertilizante nitrogenado aplicado en plantaciones de café en Costa Rica	7
Influencia de factores climáticos en la producción de café.....	9
Tema: Ganadería.....	11
Degradación ruminal de pastos, follaje y harina de yuca utilizados en ensayos para la Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiaada (NAMA) Ganadería.....	11
Carbono orgánico, nitrógeno y densidad aparente en suelos de fincas con ganadería bovina de cría.....	14
Potencial forrajero de variedades costarricenses de maíz	16
Temas: Hortalizas, Raíces y Tubérculos	18
Producción de semilla de cultivares de papa tolerantes a sequía.....	18
Opciones tecnológicas para la producción de hortalizas en zonas bajas	21
Evaluación y selección de material genético de tomate para la adaptación al cambio climático	24
Evaluación de genotipos “criollos” de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) con potencial de adaptación a la variabilidad climática.....	26
Tema: Granos Básicos	29
Metodología para la evaluación de variedades e híbridos de maíz en respuesta a sequía terminal	29
Variedades de maíz con tolerancia a condiciones de estrés hídrico	33
Validación de una metodología para manejo eficiente de agua de riego en arroz	36
Adaptación del cultivo de frijol a condiciones de sequía terminal y alta temperatura.....	39
Tema: Frutales.....	43
Evaluación de inducción floral en aguacate Simmonds, en San Mateo de Alajuela, Costa Rica, como estrategia para mitigar los efectos del cambio climático en el cultivo	43
Identificación de prácticas de manejo del agua en plantaciones de rambután (<i>Nephelium lappaceum</i>) ante el cambio climático en dos localidades de la Región Brunca.....	48

Tema: Servicios.....	50
El Mapa de Carbono Orgánico del Suelo de Costa Rica, versión 3.0 2018	50
Proyecto de cartografía de suelos para los cantones costeros (PCS).....	54
Análisis de gases de efecto invernadero por cromatografía de gases	58
Análisis y servicios que verifican la calidad de los materiales que se usan para alimentación animal que brinda el Laboratorio de Piensos y Forrajes	60
Tema: Transferencia de Tecnología	62
Desarrollo de capacidades por medio de procesos de gestión del conocimiento	62
PLATAFORMA PLATICAR: ecosistema de conocimiento para la transferencia de tecnología	66
Anexo: Publicaciones	68

Presentación

Este documento es una compilación de resúmenes de trabajos de investigación, transferencia de tecnología y servicios que se generaron en los últimos años en el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnológica Agropecuaria (INTA) y que se presentaron en el Seminario “Opciones tecnológicas para la adaptación y mitigación al cambio climático”, celebrado el 3 y 4 de octubre del 2018, en el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica en la Sede Central, Moravia.

El objetivo principal de este seminario fue capacitar a técnicos y productores en la aplicación de opciones tecnológicas, técnicas y prácticas para la adaptación y mitigación al cambio climático en los sistemas de producción del sector agropecuario; así como también identificar las principales implicaciones que tiene el cambio climático en los sistemas de producción agropecuaria, fortalecer los conocimientos técnicos de los participantes en materia de cambio climático, relacionados con sistemas intensivos resilientes de ganadería, hortalizas, raíces y tubérculos, frutales y granos básicos, dar a conocer los distintos recursos de conocimiento generados por el INTA y los servicios de apoyo que se brindan en el marco del cambio climático.

El Seminario se realizó en el marco del Proyecto “Desarrollo de capacidades en técnicos y productores de la Región Central de Costa Rica en la implementación de una herramienta práctica para la zonificación agroecológica (ZAE) y escenarios para la adaptación al cambio climático”, el cual es liderado por el INTA y financiado por el fondo de adaptación al cambio climático por medio de Fundecooperación.

Esperamos que esta memoria técnica sea de utilidad para técnicos y productores para ampliar sus conocimientos en materia de adaptación y mitigación al cambio climático, y les permita tomar decisiones informadas en aras de lograr sistemas de producción más resilientes al cambio climático.

Desarrollo tecnológico

Tema: **Café**

DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE ÓXIDO NITROSO DERIVADO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZANTE NITROGENADO APLICADO EN PLANTACIONES DE CAFÉ EN COSTA RICA

Estudio de caso

J. Montenegro

Los sistemas de producción agrícola se encuentran dentro de las actividades humanas que se consideran fuente de gases con efecto invernadero. El sector cafetalero costarricense al igual que otras actividades agropecuarias, contribuye con la emisión de óxido nitroso (N_2O), un poderoso gas con efecto invernadero que tiene gran potencial de calentamiento. Por ello existe gran interés en la cuantificación de este gas derivado de esta actividad económica.

En este sentido, el NAMA café es una iniciativa que busca fortalecer la ecocompetitividad del sector cafetalero mediante un enfoque de baja emisión de gases con efecto invernadero, sin afectar negativamente la productividad de esta actividad y contribuir de esta manera a que este sector sea parte de la solución de una problemática global.

Por esta razón se ejecutaron dos investigaciones para cuantificar la emisión del óxido nitroso derivado de la aplicación de diferentes dosis de fertilizante nitrogenado al cultivo de café en fincas ubicadas en dos regiones productoras de Costa Rica: Naranjo y San Marcos de Tarrazú.

Para la implementación de estas investigaciones se ubicó una plantación en cada una de las anteriores regiones, donde la densidad fue de 5848 plantas ha ($0,9\text{ m} \times 1,9\text{ m}$) de la variedad Catuaí con sombra regulada de guaba (*Inga* spp) y poró (*Erythrina* spp). En ellas se marcaron parcelas experimentales conformadas cada una por cinco hileras y cinco plantas por hilera, para un total de 25 plantas por parcela; la parcela útil la constituyeron las 15 plantas centrales.

Los tratamientos evaluados fueron cuatro dosis de nitrógeno: 0, 100, 225 y 350 kg/ha. En cada región se efectuaron tres eventos de fertilización aplicándose en cada ocasión la tercera parte de la dosis. Para cada investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

El inicio de las determinaciones de la emisión de óxido nitroso en el campo se dio con el primer evento de fertilización, y se continuaron durante todo un año agrícola. La recolección de las muestras gaseosas se realizó considerando que mayores emisiones se presentan durante los primeros días luego de la aplicación del fertilizante, por ello los muestreos fueron más frecuentes los primeros días después de aplicado el fertilizante para ir disminuyendo la frecuencia de los mismos conforme avanzó el tiempo de muestreo.

Para capturar el gas emitido por el suelo se utilizó la técnica de la cámara estática y se recolectaron 6 muestras de gas por tratamiento, para un total de 48 muestras diarias, en cada experimento y en cada una de las regiones donde se implementaron los mismos. Las muestras se analizaron en un cromatógrafo de gases Agilent, equipado con un detector de captura de electrones.

En general, los resultados mostraron efecto de la lluvia en la emisión del óxido nitroso, y que independientemente de la dosis de nitrógeno aplicada, los mayores eventos de emisión se presentaron durante los primeros días posteriores a la aplicación del fertilizante nitrogenado. Los picos de emisión más grandes se presentaron con la mayor cantidad de fertilizante aplicado.

En Naranjo, la mayor ($P < 0,05$) emisión de N_2O se detectó con la aplicación de 350 kg de N/ha, niveles intermedios y similares ($P < 0,05$) con 100 y 225 kg de N/ha. La menor ($P < 0,05$) emisión se presentó sin fertilización.

Para San Marcos de Tarrazú, la emisión anual de óxido nitroso determinada fue menor ($P < 0,05$) sin aplicación de fertilizante; los mayores niveles ($P < 0,05$) se presentaron con la dosis de 350 kg de N/ha. La magnitud de la emisión anual con la aplicación de 100 y 225 kg de N/ha fue similar, aunque diferentes ($P < 0,05$) de los restantes tratamientos. En ambos casos se desarrolló un modelo matemático que puede ser utilizado en estas zonas productoras para estimar la emisión de este gas derivado de la aplicación del fertilizante evaluado.

Es deseable continuar las evaluaciones de campo de manera que se pueda obtener información de la emisión del óxido nitroso bajo la influencia cambiante de las condiciones climáticas que usualmente difieren entre años.

INFLUENCIA DE FACTORES CLIMÁTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ

Estudio de caso

J. Montenegro

Con el propósito de determinar si existe influencia del clima en la producción de café, así como estimar el efecto que el mismo podría tener en el futuro bajo un escenario de cambio climático, se ubicó una finca entre 1000 y 1200 msnm en Costa Rica, en la zona de vida de bosque muy húmedo tropical.

La plantación de café, variedad caturra, es manejada bajo sombra regulada de poró (*Erithryna* spp), de la cual se analizó el registro productivo de 20 años, desde 1980 y hasta el 2010. La información de lluvia provino de un pluviómetro ubicado en la misma finca y, otras variables climáticas de una estación meteorológica ubicada en las cercanías de la plantación. La información climática y productiva se agrupó en función de la cantidad de lluvia, y se definieron cinco condiciones climáticas: seca, lluviosa, normal, ligeramente seca y ligeramente lluviosa. El análisis estadístico de los grupos se realizó mediante un Andeva utilizando un diseño irrestricto al azar.

También se valoró el potencial impacto económico que puede tener el clima en este cultivo, y se comparó el ingreso por unidad de área para cada condición climática, utilizándose el precio que el productor recibió por fanega. Finalmente, en mapas climáticos generados por el IMN se ubicó, mediante coordenadas, la finca evaluada para conocer la tendencia climática que se estaría presentado en los próximos años. Con base en ello y los resultados de los anteriores análisis, se estimó el posible efecto que el clima futuro podría tener en el rendimiento de este cultivo.

El análisis demostró correlación negativa ($r=-0,53$, $P<0,0029$) entre la cantidad de lluvia anual y la productividad del café, mientras que la radiación solar y temperatura no presentaron correlación estadística significativa con la productividad.

Los rendimientos productivos fueron diferentes ($P<0,0125$) entre condiciones climáticas, siendo superior cuando la condición climática se encuentra entre normal y seca comparada con aquellas condiciones más lluviosas. El análisis también mostró que cuando la lluvia es superior a 3200 mm anuales se reducen ($P<0,00135$) los rendimientos por unidad de área. No se determinó efecto alguno ($P>0,076$) de la radiación solar y la temperatura en la productividad de este cultivo.

De acuerdo con la proyección climática efectuada por el IMN, es muy probable que la lluvia promedio anual aumente a un valor mayor que aquel identificado como óptimo para la producción de café. Esto tendría consecuencias negativas en términos de productividad, ya que, de acuerdo con la información histórica, los rendimientos productivos se reducen significativamente cuando la lluvia promedio anual supera los 3200 mm.

Por otra parte, el incremento en la temperatura en el futuro cercano conllevaría la reducción de la calidad del café producido bajo las nuevas condiciones climáticas, lo cual se transformaría en menores ingresos por unidad de producto vendido debido a la pérdida de calidad del grano producido.

En términos productivos, en el futuro cercano por efecto de la lluvia los rendimientos potencialmente se podrían reducir aproximadamente 31 % por unidad de área, lo que podría significar la pérdida de \$ 1830 por cada hectárea de café en producción.

Desarrollo tecnológico

Tema: **Ganadería**

DEGRADACIÓN RUMINAL DE PASTOS, FOLLAJE Y HARINA DE YUCA UTILIZADOS EN ENSAYOS PARA LA ACCIÓN DE MITIGACIÓN NACIONALMENTE APROPIADA (NAMA) GANADERÍA

M. Viera; S. Abarca; J. Morales; R. Soto; E. Aguilar

Introducción

Uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero es la agricultura y en particular la ganadería bovina. En recientes trabajos se ha observado que la emisión de metano por fermentación entérica de los bovinos representa entre un 60 a 90 % de la emisión estimada de las fincas de leche y carne (Iamagua 2014; García 2015). De aquí que la actividad está sometida a grandes presiones por la sociedad para que se reduzcan esas emisiones y en casos extremos se hace un llamado al consumidor para que eliminen el consumo de carnes rojas. Urge por tanto soluciones prácticas para reducir la emisión de metano por el sector. Dentro de las acciones que generaría mayor impacto en la reducción del metano por fermentación entérica están un adecuado manejo de pastizales y el mejoramiento de la calidad y cantidad de la dieta ofrecida a los animales (Abarca, 2015).

Objetivo

El objetivo del presente estudio fue el de determinar la degradación *in situ* de forrajes con potencial o de uso común en condiciones de Trópico Húmedo, que permita la toma de decisiones de mitigación y el desarrollo de sistemas ganaderos resilientes al cambio climático.

Método

El experimento (diseño completamente al azar) se realizó en la Estación Experimental Los Diamantes de INTA, con una zona de vida de trópico muy húmedo (Holdridge 1978). Se incubó material de tres pastos, harina y follaje de yuca, molidos a 2 mm (5 g de forraje) en bolsas de dacrón con un poro de 52 μ ., con 4 repeticiones. Los tiempos de incubación fueron de 1, 3, 7, 17, 24, 48 y 72 horas. Las bolsas con residuos se lavaron y secaron a 64°C por 48 horas de acuerdo con la técnica descrita por Orskov, Hovelly Mould (1979).

Resultados

Los materiales utilizados y sus características se describen en el siguiente cuadro

Sitio de recolección	Especie	Nombre	Edad	MS	PC	FDN
				%		
Catie finca leche	<i>Panicum maximum</i>	Mombaza	28 días	21,5	11,1	67,9
EELD modelo cayman	Brachiaria híbrido cv Caymán	Híbrido Cayman	42 días	25,2	9,6	68,6
EELD modelo intensivo cría	<i>Ischaemum indicum</i>	Ratana	30 días	31,2	13,1	68,9
EELD modelo yuca (harina)	<i>Manihot esculenta</i>	Harina de Yuca. CM7951-5	12 meses	91,3	2,8	43,3
EELD modelo yuca (follaje)	<i>Manihot esculenta</i>	Follaje Yuca. Lirios	4 meses	17,7	16,3	37,7

Degradación *in situ*.

Como resultado del presente estudio, se puede observar en la siguiente figura, la alta degradabilidad de la harina de yuca, comparada con los otros alimentos fibrosos en el estudio. En menos de 8 horas, casi la totalidad de la harina de yuca desapareció por degradación ruminal *in situ*.

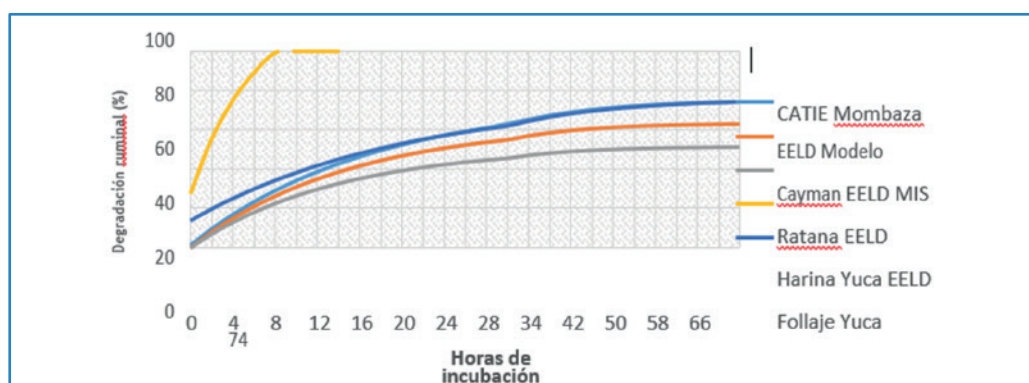


Figura 1. Degradación *in situ* de alimentos utilizados en ensayos de Ganadería Baja en Carbono.

Conclusiones

Los resultados indican que contamos con un ingrediente para la alimentación animal, que además de mejorar nutricionalmente sus dietas, aportará a la reducción de la emisión de gases y a la huella de carbono de nuestra ganadería. También es evidente la diferencia en la degradación según la variedad de los forrajes, lo que da información útil en la selección de variedades de pasto y el manejo de las pasturas.

CARBONO ORGÁNICO, NITRÓGENO Y DENSIDAD APARENTE EN SUELOS DE FINCAS CON GANADERÍA BOVINA DE CRÍA

S. Abarca; R. Soto; F. Arguedas

Introducción

Las pasturas tienen un alto potencial de remoción de carbono cuando son manejadas adecuadamente. En Costa Rica, hay poca información sobre los contenidos de carbono (C) y nitrógeno (N) del suelo, así como sobre el nivel de compactación con respecto a la vegetación natural en las pasturas.

Medida de adaptación y mitigación al cambio climático.

Incrementar el contenido de carbono orgánico del suelo a través de la deposición de materia orgánica.

Objetivo

Observar el estado de carbono orgánico de suelo, la proporción de nitrógeno y densidad aparente en los primeros 10 cm de suelo bajo pasturas y bosques adyacentes en fincas de ganadería bovina de cría.

Método

Se seleccionaron 38 fincas ganaderas de cría de ganado bovino, distribuidas en 19 cantones rurales de las siete provincias de Costa Rica. Todas las fincas con dos coberturas de suelo bosque y pasto, en diferente topografía, altitud y régimen de precipitación; valoradas por técnicos de la Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) con manejo adecuado de pasturas dentro del entorno de cada sitio. En las cuales se tomaron muestras de suelos para la determinación de la concentración de carbono (C) y nitrógeno (N), la masa de carbono de COS, el N, así como la DA a 10 cm de profundidad.

Resultado

La concentración de C no varió significativamente entre los suelos con bosque secundario y pastura, el promedio fue de 1,61 %. En relación con la topografía, no se obtuvieron diferencias en el bosque, aunque se observó una tendencia a la reducción en los sitios quebrados, sin embargo, las pasturas en sitios planos ($1,96 \pm 1,71$ %) presentaron diferencias ($p < 0,1$) con respecto a lugares ondulados ($1,40 \pm 0,45$) y quebrados ($1,32 \pm 0,44$). La concentración de N fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en el bosque que en la pastura y no presentó variación en relación con la topografía para ninguna de las dos coberturas del suelo. Con respecto a la relación C:N, no se obtuvieron diferencias entre el bosque y las pasturas, ni en topografía dentro de las coberturas. La masa de COS a 10 cm de profundidad presentó diferencias significativas ($p < 0,001$) entre coberturas y no con respecto a topografía dentro de coberturas. La DA varió significativamente ($p > 0,001$) entre coberturas; el bosque presentó diferencias en relación con la topografía y los sitios ondulados y planos, tuvieron la menor compactación ($0,82 \pm 0,24$ y $0,96 \pm 0,15$ g/cm³ respectivamente) mostrando diferencia ($p > 0,05$) con los sitios quebrados ($1,07 \pm 0,14$ g/cm³).

Cuadro 1. Concentración de C, N, Relación C:N y cantidad COS en suelos de fincas de ganadería bovina de cría en Costa Rica. Febrero 2015 y abril 2017

Variable	Cobertura	Promedio	LI	LS
Carbono (%)	Bosque	1,74 a	1,50	1,97
	Pastura	1,67 a	1,46	1,87
Nitrógeno (%)	Bosque	0,38 a	0,27	0,49
	Pastura	0,27 b	0,23	0,32
Relación C:N	Bosque	5,76 a	4,48	7,04
	Pastura	6,83 a	5,77	7,89
COS (t/ha)	Bosque	15,9 a	14,0	17,8
	Pastura	16,6 a	14,6	17,8
D. Aparente (g/cm ³)	Bosque	0,93 a	0,85	1,02
	Pastura	1,02 b	0,98	1,05

Promedios con letra común dentro de una misma variable no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Límites Inferior y Superior del intervalo de confianza a 0,95 % de la media.

Conclusiones

Las diferencias entre bosque y pastura para las variables estudiadas se obtuvieron básicamente en la concentración de N y la DA. Aunque no se obtuvieron diferencias significativas en la relación C:N, se observó una tendencia a ser mayor en la pastura, lo que sugiere un potencial para retener más carbono que el bosque, no obstante, podría ser la mayor limitante para el incremento de productividad de las especies forrajeras que componen las pasturas de este tipo de ganadería.

POTENCIAL FORRAJERO DE VARIEDADES COSTARRICENSES DE MAÍZ

W. Sánchez; E. Orozco; N. Bonilla

Introducción

El cultivo del maíz (*Zea mays L.*) como fuente forrajera y de aporte energético, es utilizado con éxito en la alimentación del ganado vacuno dedicado a la producción de carne y leche. En Costa Rica, a pesar de que no existe un programa de mejoramiento genético en maíz forrajero, su utilización va en aumento, principalmente en sistemas de lechería especializados. Sin embargo, los ganaderos dependen de variedades criollas de porte alto o de híbridos importadas con adaptación poco conocida.

Objetivo

Determinar el potencial forrajero y de conservación, así como los costos del ensilaje de seis variedades costarricenses de maíz, cuatro de grano blanco (Los Diamantes 8843, JSáenz, UPIAV-G6 y Proteinta) y dos de grano amarillo (EJN2 y Nutrigrano), comparándolas con dos híbridos forrajeros (CLTHW002 de grano blanco y CLTHY002 de grano amarillo) procedentes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Metodología

La investigación se realizó en los cantones de San Carlos, Turrialba, Monteverde y Guápiles en dos etapas durante 2016 y 2017. En la primera etapa se evaluó la producción y el valor nutritivo de los forrajes, utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, a una densidad de 80 000 plantas/ha, distribuidas en surcos distanciados a 75 cm y 6 cm entre planta. En la segunda etapa se analizó el potencial de conservación de los materiales mediante la técnica del ensilaje y los costos del proceso, utilizando parcelas comerciales de las cuatro mejores variedades costarricenses (EJN2, UPIAV-G6, Los Diamantes y JSáenz).

Resultado

La cosecha se realizó en estado de grano pastoso, cuando el grano alcanzó la línea media de leche. En promedio las variedades crecieron $2,05 \pm 0,35$ m de altura, mientras que los híbridos 11 cm menos. La producción de forraje verde fue afectada significativamente ($P=0,0002$) por las localidades, sin embargo, el rendimiento de materia seca (MS) no ($P=0,1052$) debido a que en los sitios con mayor rendimiento de forraje verde (Aguas Zarcas y Turrialba) se presentaron los menores contenidos de materia seca. Los rendimientos de MS ($13,3 \pm 0,56$ t/ha) de las cuatro mejores variedades no difirieron ($P>0,05$) del híbrido CLTHY002 (13,5), y fueron superiores ($P>0,05$) al híbrido CLTHW002 (11,8), el cual no difirió de las variedades Proteinta (12,5) y Nutrigrano (11,7). El promedio de proteína cruda (8,5 %) y de fibra neutro detergente (54 %) no variaron ($P>0,05$) entre los forrajes. Las variedades presentaron valores de pH ($<3,73$), ácido láctico (entre 4 y 9 %) y N-amoniacal (< 10 %) y no produjeron ácido butírico cuando fueron ensiladas, alcanzando un costos de ¢ 19 (\$ 0,03 USA)/kg de ensilado fresco y ¢ 68 (\$ 0,12 USA)/kg de MS. Las variedades EJV2, Los Diamantes, UPIAV-G6 y JSáenz presentaron el mejor potencial forrajero y adecuadas características para conservar mediante el ensilaje.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CULTIVARES DE PAPA TOLERANTES A SEQUIA

J. Avilés

Introducción

La papa es originaria de los Andes, dónde existen alrededor de cinco mil variedades nativas. Es el cultivo de raíces y tubérculos más importante para la población alto Andina, porque aporta la mayor cantidad de carbohidratos a su dieta. Proporciona más alimento nutritivo y más rápidamente en menos tierra y en climas tan adversos como ningún otro cultivo es rica en proteínas, calcio y vitamina C y tiene un balance especialmente bueno de aminoácidos. Son cada vez más frecuentes los reportes de productores e investigadores sobre condiciones de estrés por falta de agua, cambios en la distribución e intensidad de las precipitaciones, incrementos en la frecuencia de heladas y caída de nieve en zonas de montaña. El aumento de estas situaciones climáticas extremas está generalmente relacionado al cambio climático. Su conocimiento es por tanto, esencial para disminuir el impacto sobre la producción de alimentos. Es necesario, por lo tanto, que agricultores e investigadores, así como extensionistas y tomadores de decisión, conozcan el impacto del cambio climático sobre la producción de papa y las estrategias disponibles para disminuirlo. El fenómeno tiene preocupados a los científicos pues los factores climáticos indispensables para el crecimiento de los cultivos están siendo severamente afectados y comienzan a impactar la producción agrícola. Los efectos del cambio climático sobre la papa generalmente incluyen los siguientes factores: Temperatura. Los expertos predicen aumentos de temperatura de 1,1 °C a 6,4 °C en los próximos 50 años. Podría argumentarse entonces que muchas zonas del mundo donde la papa se cosecha actualmente dejarán de hacerlo en un futuro. Aumento de plagas y enfermedades. Un clima más cálido también podría facilitar la propagación de áfidos, insectos y patógenos en áreas que tradicionalmente eran demasiado frías para ellos, incrementando así el número de plagas y enfermedades de la papa. Suministro de agua. Las áreas que hoy disponen

de agua podrían experimentar largos períodos de sequía, y viceversa. Una modificación en esos patrones climáticos estresaría y afectaría severamente al cultivo de la papa. Aumento de los niveles de carbono en la atmósfera. Dentro del marco del Proyecto PRIICA se introdujeron un total de 52 cultivares provenientes del Centro Internacional de la papa (CIP), incluyendo los testigos.

Objetivo

Producir y seleccionar semilla de cultivares de papa con tolerancia a calor como alternativa a sus sistemas de producción en la región de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica.

Metodología

Fue la evaluación participativa por medio de parcelas de papa con cultivares con tolerancia a la sequía en comparación con variedades testigo con agricultores y funcionarios de la Agencia de Abangares en diferentes localidades de la zona alta del cantón. Las fincas estuvieron ubicadas a 900 msnm, en suelos orgánicos de origen volcánico.

Resultados

En general, todos los cultivares de papa incluyendo los testigos tienen producciones promedio por planta de menos de 500 g, como se observa en la figura 1, cabe señalar que el tamaño de la semilla era pequeño (menor a 2,5 cm de diámetro) por lo que, no se podría esperar una mayor producción por planta. A pesar de lo anterior, sobresalen los cultivares: **398017.53**, **398.192.213**, **398.190.523**, **398.098.204**, **398.190.112**, **398.190.404**, **388.160.105**

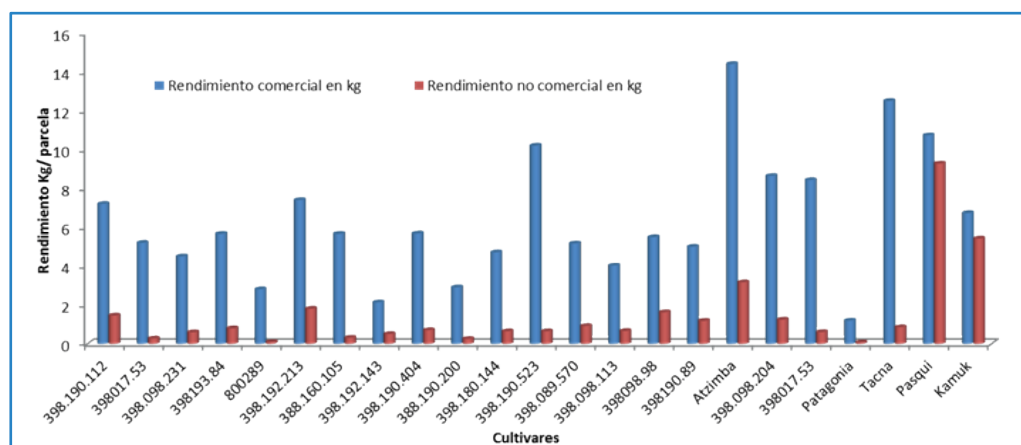


Figura 1. Rendimiento total y comercial de cultivares de papa con tolerancia a calor. Monteverde, 2015.

Conclusiones

Se logró obtener una participación y una buena aceptación e interés en aprender más del cultivo de la papa. Los resultados de las siembras se tomaron como una alternativa de sembrar papa dentro de sus siembras de café, que por sus características agronómicas ambos cultivos no compiten entre sí. También, las diferentes variedades de papa y cultivares se adaptaron a la zona alta del cantón de Abangares. La mejor época para la siembra sin riego, fue el mes de setiembre para cosechar en el mes de diciembre-enero. Con riego en verano, la siembra se podría realizar en diciembre para salir con el cultivo en el mes de marzo del siguiente año. En la primera siembra, sobresalieron los cultivares de papa: Desiree, Floresta, 398180.144, 393085.5, Pasqui, Kamuk. En general, los cultivares que se validaron con los agricultores con tolerancia al calor mostraron una gran adaptabilidad a esta zona, destacando: 398017.53, 398208.505, 398098.570, 398180.144.

Como un componente de valor agregado de las actividades fue cambiar la dieta de los agricultores como: preparación de picadillos, tamales, etc y al mismo tiempo obtuvieron ingresos por la venta de papa comercial.

OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN ZONAS BAJAS

R. Ramírez; J. Aguilar; L. Meza; A. Bolaños

Introducción

La producción de hortalizas en las provincias ubicadas fuera del Gran Área Metropolitana ha tomado un impulso muy importante, debido a los avances en la tecnología de producción y al fomento del consumo de legumbres frescas e inocuas, impulsadas por el Sector Agropecuario. El INTA mediante el proyecto de ambientes protegidos, ubicado en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, viene desarrollando un proceso de investigación y transferencia orientado a fortalecer la competitividad de los sistemas productivos de los horticultores de estas zonas, con tecnología que permita adaptar y mitigar la actividad al cambio climático.

La principal medida para adaptar los cultivos de hortalizas a las variantes climáticas, es utilizar sistemas con ambiente protegido. Estos módulos tienen como fin modificar el ambiente, para que las plantas puedan realizar los procesos metabólicos con mayor eficiencia. Una de las últimas innovaciones que ha desarrollado el INTA, son las casas malla. Esta opción productiva consiste en una estructura cerrada con paredes y techos con malla anti insecto, cuyo objetivo es disminuir la presión de plagas en el interior del recinto y por ende, disminuir significativamente el uso de pesticidas. Además, tiene la ventaja que para su construcción únicamente se utiliza tubos de metal y cable, lo que la hace una opción de menor costo con respecto a los invernaderos, pero con una mayor capacidad de intercambio de aire, lo que la hace más fresca. En el interior del módulo se coloca un sistema denominado invierno-verano, lo que significa que, en la época seca, se extiende una cortina de sombreo, para proteger las plantas de la alta radiación proveniente del sol y en la época lluviosa se recoge la sombra para colocar túneles con cobertura plástica, con el fin de proteger los cultivos de los daños mecánicos de la lluvia.

Objetivo(s)

- Compartir las últimas innovaciones asociadas a la agricultura en condiciones de ambiente protegido, con productores (as) de las zonas bajas de Costa Rica, con el fin de promocionar nuevas opciones productivas que sean sostenibles desde el punto de vista socioeconómico y ambiental.
- Apoyar el desarrollo de las regiones más afectadas por los efectos del cambio climático y con mayor desigualdad económica del país, mediante la creación de empresas que inserten a la mujer a la actividad económica de estas comunidades.
- Promocionar el uso de buenas prácticas agrícolas para la producción de 25 especies hortícolas adaptadas a zonas de alta temperatura, con un manejo eficiente del agua, reduciendo un 80 % del uso de agroquímicos, comparado con las zonas tradicionales de siembra.

Metodología

El INTA desarrolla las investigaciones en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez y luego transfiere la tecnología mediante una estrategia de transferencia denominada “Vitrinas Tecnológicas”, las cuales mediante el método conocido como “Aprender – Haciendo”, realiza una serie de pasos para facilitar la transmisión de conocimientos, a través del desarrollo de destrezas, habilidades y experiencias. Entre las vitrinas más destacadas se encuentran Hortalizas Ebenezer en Colorado de Abangares, Hortalizas El Nispero en Cañas, Hortalizas Lepanto, Hortalizas Isla Venado, Hortalizas Nueva Guatemala y Hortalizas Paso de Lajas, que en conjunto a empoderado a 40 mujeres de estas localidades en la producción y comercialización de hortalizas.

Resultados

Se logró romper el paradigma de los pobladores de la zona costera del Golfo de Nicoya, de que no era posible producir hortalizas bajo esas condiciones ambientales de alta temperatura y se pasó de una cultura extractora, como lo es el arte de la pesca a una cultura productiva, donde existen prácticas de manejo, planificación y encadenamientos productivos.

Se insertó a la mujer como líder en la producción y comercialización de hortalizas de hoja, promoviendo un desarrollo rural más equitativo y generando grupos de emprendedores que vienen a diversificar las actividades económicas de estas comunidades.

Se compartieron los conocimientos generados por estas organizaciones de boca propia de las productoras con 3000 personas provenientes de 20 países de todo el mundo, lo que ha servido de motivación para la creación de más de 40 proyectos productivos de hortalizas en todas las zonas costeras de Costa Rica.

Conclusiones

- La utilización de ambientes protegidos validados científicamente es una opción para adaptar y mitigar los cultivos hortícolas al cambio climático.
- El fortalecimiento de los procesos de transferencia tecnológica es clave para que los productores puedan enfrentar las adaptaciones de los cultivos en las diferentes épocas del año.

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIAL GENÉTICO DE TOMATE PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

A. Bolaños

Introducción

Se espera que, a consecuencia del cambio climático, Costa Rica sufra aumentos significativos en la temperatura diurna y nocturna, así como en la duración de los periodos secos, lo que tendría efectos negativos sobre el rendimiento y calidad de la cosecha de tomate, así como variaciones en la fenología de las plantas y dinámica de las plagas.

En tomate, la tolerancia al calor podría estar controlado por numerosos genes, cuya expresión es modulada por la temperatura (Bitá, Zenoni, Vriezen, Mariani, Pezzotti y Gerats 2011) con mayor efecto durante la fase reproductiva que durante la fase vegetativa (Abdelmageed, Gruda y Geyer 2003). Las altas temperaturas reducen la cantidad de granos de polen producidos por los genotipos sensibles (Abdelmageed, Gruda y Geyer 2003). El efecto negativo sobre la reproducción parece ser más determinante si este ocurre durante el periodo entre los ocho y 13 días anteriores a la apertura floral (Sato, Peet y Thomas 2000; Sato, Peet y Thomas 2002).

La disponibilidad de agua para la agricultura ha sido tradicionalmente un tema relevante en todo el mundo que, con el cambio climático, se ha exacerbado en los últimos años. De ahí que la identificación de fuentes de tolerancia al estrés hídrico, con miras a la producción de cultivares de tomate, sea de especial relevancia. La tolerancia al estrés hídrico en tomate, está asociado a cambios en la actividad enzimática y la disminución en el contenido de especies reactivas (Behnamnia, Kalantari y Ziaie 2009; Ceylan, Turkan y Sekmen 2013; Kocabay, Emregul, Aydin y Aras 2013; Aydin, Buyuk y Aras 2014), (Loukehaich, Wang, Ouyang, Ziaf, Li, Zhang, Lu y Ye 2012; Seo, Choi, Kim, Kim, Shin y Kim 2012) observado también, en otras especies vegetales cuando se exponen a condiciones de estrés abiótico (Aydin, Buyuk y Aras 2014).

Objetivo

- Disponer de líneas de tomate para ser utilizadas como fuentes de tolerancia a baja disponibilidad de agua y alta temperatura.
- Identificar genotipos de tomate que puedan adaptarse a las condiciones climáticas actuales en las regiones costeras de Costa Rica.

Métodos

El proyecto inició con el incremento de la semilla de 80 introducciones de tomate que se adquirieron del Banco de Germoplasma del CATIE y 10 más donadas por otras fuentes. La gran mayoría de las introducciones correspondieron a cultivares silvestres de la especie *S. pimpinellifolium* y *S. lycopersicum*, así como progenies derivadas de cruzamientos interespecíficos de diverso origen (Bolaños 2014). El primer incremento de semilla, se realizó en el invernadero localizado en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez (EJN) en Cañas, Guanacaste, sin presión de selección, pero que permitió identificar algunos materiales promisorios para su uso en plantaciones comerciales.

Las evaluaciones para la identificación de plantas tolerantes a alta temperatura, se realizaron en el invernadero antes mencionado y las de tolerancia al estrés hídrico en el invernadero del INTA en la EEAFBM, Alajuela. Las altas temperaturas diurnas y nocturnas dentro del invernadero de la EJN, fueron utilizada para discriminar las plantas en cuanto a la relación de frutas y flores producidas, así como la presencia o no de semillas en los frutos. En los ensayos para la identificación de plantas tolerantes a déficit hídrico, las plantas se sembraron en pots independientes y al alcanzar las 8 hojas verdaderas se les suspendió el suministro de agua. Las plantas tolerantes fueron aquellas que permanecieron turgentes por más cantidad de días. Las primeras selecciones se realizaron por planta en las introducciones y luego, se sembraron familias de hermanas completas de las plantas seleccionadas en los ciclos previos.

Resultados

Luego de dos ciclos de selección, se identificaron seis plantas con tolerancia a alta temperatura, siete que, por su tipo de fruta y tolerancia a las altas temperaturas a campo abierto, podrían ser de interés inmediato y por último se identificaron cinco plantas como posibles portadoras de genes para tolerancia a baja disponibilidad de agua.

EVALUACIÓN DE GENOTIPOS “CRIOLLOS” DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM*) CON POTENCIAL DE ADAPTACIÓN A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

L. López

Introducción

En el marco de los proyectos ejecutados a través del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) y Proyecto Regional de Investigación e Innovación en Cadenas de Valor (PRIICA) desde el año 2010 al 2015, se realizaron investigaciones dirigidas a la búsqueda de genotipos aptos para agricultura orgánica y agricultura familiar o subsistencia. Estos genotipos por su rusticidad, han sido aptos para la siembra en diferentes zonas productoras de tomate, las cuales han demostrado alguna tolerancia a algunas de las plagas y enfermedades del cultivo. Debido a que estos genotipos son de cruzamiento libre, son fácilmente reproducidos por el productor, lo que les reduce los costos de producción a los productores. El INTA cuenta con una colección superior a los 100 genotipos de tomate provenientes de países centroamericanos, de los cuales el 45 % presenta al menos un gen de resistencia a los *Begomovirus*.

Objetivo

Evaluar genotipos criollos de tomate bajo diferentes condiciones climáticas.

Método

Se realizaron investigaciones en La Garita de Alajuela, Tobosi y Barrancas de Cartago para determinar el rendimiento y la respuesta de los genotipos a la presencia de plagas y enfermedades. Las variables analizadas fueron: rendimiento, incidencia y severidad de enfermedades y presencia de plagas. Las plantas se sembraron a 40 cm entre plantas y a 1,6 metros entre surcos. El manejo del cultivo fue realizado por el productor de cada finca donde se llevaron a cabo las investigaciones.

Resultados

Se evaluaron genotipos criollos tipo cherry de la colección del INTA en Tobosi de Cartago, siendo el INTA-116, INTA-112 e INTA-41 mejores en rendimiento que el testigo Flamel F1 (Figura 1). Hubo condiciones de fuertes vientos, alta precipitación y la temperatura máxima no sobrepasó los 27°C y la mínima los 18°C.

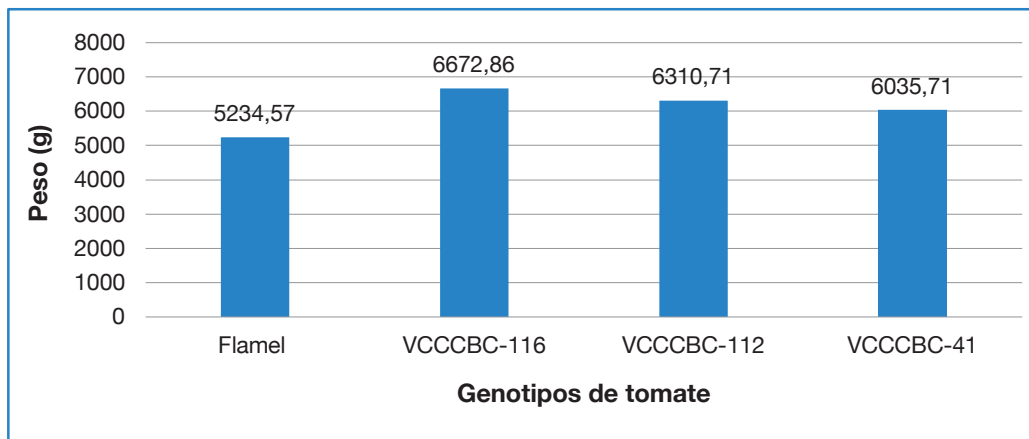


Figura 1. Peso promedio de cuatro cultivares de tomate tipo Cherry para la zona de Tobosi del Guarco, Cartago. 2015

Se evaluaron genotipos tipo Roma (saladet), siendo Valle de Sébaco el testigo y demostró ser el mejor en el rendimiento con 6,49 kg, y ha presentado tolerancia intermedia a *Ralstonia solanacearum*, *Fusarium* spp. y a *Begomovirus* (figura 2).

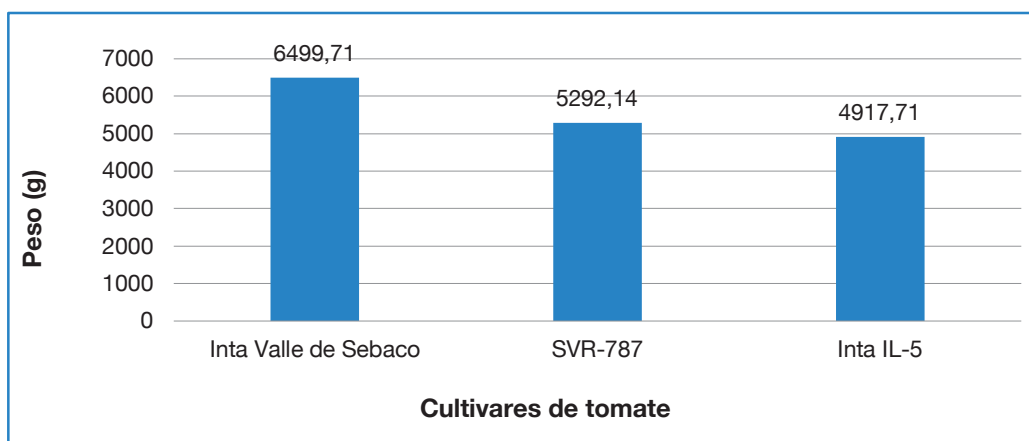


Figura 2. Peso promedio de tres cultivares de tomate tipo Roma para la zona de Tobosi del Guarco, Cartago. 2015.

Conclusiones

- Algunos de los genotipos de la colección del INTA demostraron tolerancia a los *Begomovirus*, tizón tardío y mildiú vellosos.
- La enfermedad Tizón temprano o bajera (*Alternaria solani*) se presentó en todos los genotipos criollos centroamericanos evaluados.
- El comportamiento de los genotipos es diferente de acuerdo a los sitios evaluados en lo que respecta al rendimiento, presencia de plagas y enfermedades.
- Con base a los resultados de las diferentes investigaciones, se recomienda el genotipo cherry INTA-112 (rojo) y el INTA-41 (amarillo) para uso en agricultura familiar por su rusticidad, sanidad y rendimiento.
- Valle de Sébaco demostró tener muy buena firmeza en todas las localidades, precocidad y buenos rendimientos por planta.

Desarrollo tecnológico

Tema: Granos Básicos

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE MAÍZ EN RESPUESTA A SEQUÍA TERMINAL

N. Bonilla

Introducción

El maíz es una planta de elevada susceptibilidad a deficiencias de agua cercano al estado de floración, por lo cual puede darse una merma en los rendimientos; en consecuencia, adquiere importancia el suministro de agua por medio del riego en los períodos críticos del mismo, y así superar periodos transitorios de estrés hídrico. Existen diversas metodologías que permiten realizar cálculos sobre la eficiencia de un material genético ante diferentes condiciones de estrés hídrico tales como el índice de tolerancia a estrés (ITS), el índice de susceptibilidad a estrés (ISS), el índice de tolerancia (IT), la productividad media (PM), la media geométrica de productividad (MGP), la media armónica (MA) y la media dorada (MD). Los resultados que se encuentran en estudios realizados en el cultivo del maíz evidencian que los índices mencionados son adecuados indicadores para maíz y permiten determinar los genotipos con la mayor tolerancia a sequía bajo una condición agroecológica determinada.

Objetivos

- Determinar la respuesta de genotipos de maíz a condiciones variables de humedad de suelo.
- Determinar el patrón de respuesta de 4 variedades comerciales y 4 experimentales de maíz a dos regímenes de humedad de suelo.
- Evaluar el efecto de dos condiciones de humedad de suelo en los componentes de rendimiento de cada variedad (índices de tolerancia a sequía).
- Obtener información fisiológica de los genotipos en condiciones de estrés y no estrés.

Método

Este ensayo se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. ubicada a 2 km oeste de la iglesia católica en Barrio San José, carretera a Atenas, a 840 msnm, 10°1' latitud norte y 84° 16' longitud oeste. Se establecieron dos experimentos, el primer experimento se estableció de diciembre 2014 a marzo 2015 y se utilizó un diseño de bloques completos con un arreglo de franjas con cuatro repeticiones, que incluyó seis variedades y consistió en dos franjas, una con riego durante el ciclo del cultivo y la otra suspendiendo el riego a partir de los 45 dds, previo a la floración.

Se evaluaron las variedades comerciales de grano blanco LD 8843, UPIAV G-6, NUTRIGRANO, JSAENZ, PROTEINTA y EJN2 y las experimentales S03TLW-3B, S099TLW-BN-SEQ-1, S03TLW-SEQ, S07TLW-AB, S06TLWQ-SEQLN-AB, S03TLWQ-AB-05, S05TLWQSEQLNAB, S06TLWQ-AB-2 siendo testigos Los Diamantes 8843 y UPIAV-G6. Adicionalmente se evaluaron las variedades experimentales de grano amarillo S05TLY SEQ /L.N, S05TLY HG A.B-2, S00TLY-1 AB, SINT.1BP-4, S07TLY-AB-1, S07LY-AB-2, G-26-SEQ C3, S03TLYQAB-04, S03TLYQAB-05, S03TLYQAB-03 siendo los testigos EJN2 y Nutrigrano.

Condiciones del suministro de agua

Las parcelas se manejaron de acuerdo con los requerimientos del cultivo para las diferentes fases de desarrollo de las plantas mediante un sistema de riego por gravedad. Se realizaron estimaciones a la entrada del suministro de agua para determinar la cantidad de agua que se le suministró a cada experimento, tanto el de riego durante todo el ciclo, como el experimento que se le suspendió el riego a los 45 dds. Se tomó como referencia de la cantidad de agua que se suministró a cada experimento, lo que reporta la literatura como óptimo para el cultivo siendo esto de 500 a 700 mm de precipitación, bien distribuida durante el ciclo de cultivo, de manera que se distribuyan de la siguiente manera: 100 mm el primer mes, 175 mm el segundo, 100 mm el tercer mes y 150 mm el cuarto mes (ver literatura citada en la justificación). Las condiciones de estos últimos experimentos de estrés hídrico (22 días de sequía) al que estuvieron expuestos los materiales durante el período de la floración. La precipitación presentó una disminución a 50 mm al final de la etapa vegetativa y a inicios de la etapa reproductiva, esta última coincidió con la floración (de 45 a los 70 dds). **Análisis de los datos:** Análisis de variancia de cada variable utilizando la prueba de rango múltiple de DMS al 0,05 de probabilidad.

Resultado

Las variedades JSaénz, EJNI2 y Proteinta mostraron el mayor rendimiento bajo riego y en sequía, con valores de 3,90; 3,88 y 3,86 t/ha y 1,86; 1,78 y 1,79 t/ha respectivamente. En condiciones de riego, la variedad testigo Los Diamantes 8843 (8,26 t/ha) no fue superada por las otras variedades comerciales. El efecto de la sequía en el rendimiento de grano de cada genotipo se estimó con el índice de susceptibilidad a la sequía (ISS), la media geométrica (MG) y el Índice de Eficiencia Relativa (IER). Los Diamantes 8843 (0,92) y Sáenz (0,92) presentaron la mayor reducción de rendimiento por efecto de la sequía terminal (ISS). UPIAV-G6, Nutrigrano y EJNI2 presentaron los mayores valores de IER (1,2; 1,1; 1,1) y MG (2,4; 2,1 y 2,2), lo que indica la mayor eficiencia en el rendimiento en ambas condiciones de humedad. Las variedades JSaénz y Los Diamantes 8843 presentaron el mayor ISS (0,92) siendo más susceptibles a los efectos de una sequía terminal inducida. El segundo experimento se estableció en el período diciembre 2015 a abril 2016 se utilizó un diseño de alfa látice con tres repeticiones. Se contó con 8 variedades experimentales y 2 testigos locales (Los Diamantes 8843 y UPIAV-G6) para los experimentos de grano blanco; 10 variedades experimentales con dos testigos locales (EJNI2 y Nutrigrano) para los de variedades amarillas. El análisis combinado de los cuatro sitios en el caso de los experimentos de grano blanco indicó que las variedades S06TLWQ-SEQLN-AB (3,80 t/ha) y S099TLW-BN-SEQ-1 (3,77 t/ha) mostraron el mayor rendimiento bajo condiciones de estrés hídrico (22 días de sequía) al que estuvieron expuestos los materiales durante el período de la floración. Estas dos variedades superaron significativamente en rendimiento a Los Diamantes 8843 en 23,7 y UPIAV-G6 en 23,0 %, respectivamente. En cuanto a las variedades de grano amarillo, el resultado del análisis combinado indicó, que el testigo Nutrigrano (3,74 t/ha) no fue superado por ninguna de las otras variedades, así mismo la variedad S07LY-AB-2 presentó mayor rendimiento de grano (3,47 t/ha) superando a las otras variedades experimentales y al testigo EJNI2. La precipitación presentó una disminución a 50 mm al final de la etapa vegetativa y a inicios de la etapa reproductiva, esta última coincidió con la floración (de 45 a los 70 dds).

Conclusiones

- UPIAV-G6, Nutrigrano y EJNI2 fueron las variedades más eficientes en condiciones de sequía y riego.
- Las variedades JSaénz y Los Diamantes 8843 fueron las más susceptibles a los efectos de una sequía terminal inducida ya que presentaron la mayor reducción de rendimiento por efecto de la sequía terminal.
- JSaénz, EJNI2 y Proteinta mostraron el mayor rendimiento en riego y en sequía.

- En condiciones de riego, la variedad testigo Los Diamantes 8843 no fue superada por las otras variedades.
- La variedad S13LTWQHZNHGAB02 mostró el mayor rendimiento y la menor reducción con respecto bajo sequía.
- Las variedades experimentales S06TLWQ-SEQLN-AB y S099TLW-BN-SEQ-1 mostraron el mayor rendimiento superando a los testigos.
- El testigo 1 Nutrigrano no fue superado por ninguna de las otras variedades.
- La variedad S07LY-AB-2 presentó mayor rendimiento de grano superando a las otras variedades experimentales y al testigo 2 EJN2.
- El estrés hídrico aplicado a los tratamientos tuvo efecto sobre el comportamiento de los genotipos evaluados y durante el tiempo que se prolongó el estrés hídrico.

VARIEDADES DE MAÍZ CON TOLERANCIA A CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO

N. Bonilla

Introducción

La elección de unos objetivos apropiados es fundamental para desarrollar variedades que sean superiores a los habituales en uso y que estén bien adaptados a la zona a la que se destinan. La correcta elección de objetivos debe basarse en un cuidadoso estudio de las características que se necesitan mejorar junto con una valoración precisa de los beneficios que el agricultor obtendrá al cultivar la nueva variedad.

Objetivo

Determinar el comportamiento agronómico, rendimiento y adaptabilidad de variedades sintéticas experimentales de maíz a las diferentes condiciones edáficas y climáticas de las regiones maiceras del país en un ambiente de humedad limitada.

Método

Durante los años 2011-2013, se evaluaron en condiciones de finca de agricultor un grupo de variedades sintéticas de grano blanco y amarillo. Los ensayos se establecieron en la localidad de San Martín, distrito de Pejibaye del cantón de Pérez Zeledón. Las condiciones geográficas de dicha localidad son 9 7 27 N y 83 29 31 O, ubicándose a una altura de 734 msnm. Se utilizó un diseño de alfa látice 4 x 3, con tres repeticiones y 4 subbloques compuestos de 3 variedades cada uno. En total se contó con 10 variedades experimentales y 2 testigos locales para el caso del experimento de variedades de grano blanco; 12 variedades experimentales y 2 testigos locales para el de variedades de grano amarillo. Se evaluaron las siguientes variedades experimentales de grano blanco: S03TLW-3B, S03TLW-SCB, S99TLW-BN-SEQ-1, S06LPsDR, S03TLW-SEQ, SIN-BCO-TSR-CB, SINT-TSR-BCO-C4, S07TLW-AB, S06TLWQ-SEQLN-AB, S05TLWQ-HGB, S03TLWQ-AB-05, S05TLWQ-SEQLN-AB, S06TLWQ-RP-AB, S06TLWQ-AB-2, cómo testigos 1: LD 8843 y 2: UPIAV-G6. En cuanto a las variedades de grano amarillo, se evaluaron los siguientes materiales: S05TLY-SEQ /LN, S05TLY-HG-AB-1, S05TLY-HG-AB-2S00TLY-1-AB, SINT-AM-TSR, TSR-90-SINT-AM, SINT-IBP-3, SINT-IBP-4, S07TLY-AB-1, S07TLY-AB-2, G26-SEQ-C3, S03TLYQ-AB-04, S03TLYQ-AB-05, S03TLYQ-AB-03, S03TLYQ-AB-01 y testigo Nutrigrano.

Resultados

El análisis combinado de los resultados obtenidos indicó, para las variedades de grano blanco, que la variedad S06TLWQ-SEQLN-AB (3,80 t/ha) y S099TLW-BN-SEQ-1 (3,77 T/ha) mostraron el mayor rendimiento bajo condiciones de estrés hídrico (22 días de sequía) a las que estuvieron expuestas las variedades durante el período de floración y llenado de grano. Dichas variedades superaron en rendimiento a los testigos Diamantes 8843 en 23,7 y 23 % respectivamente, pero solamente un 5 % al testigo UPIAV-G6. En cuanto a las variedades de grano amarillo, se encontró que la variedad S07LY-AB-2 mostró el mayor rendimiento de grano (3,77 t/ha) superando a las otras variedades experimentales y al testigo EJN2, sin embargo, el testigo Nutrigrano (3,74 t/ha) no fue superado. El comportamiento de la precipitación durante el período de experimentación, comparado con los requerimientos de la planta de maíz (300 mm) presentó una disminución en el suministro de agua durante las etapas fenológicas vegetativa y reproductiva de un 50 %.

Cuadro 1. Variables evaluadas en ensayo de variedades tropicales tardías de grano blanco. 10EVT12-20. El Aguila, Pejibaye, Pérez Zeledón. 2011.

Variedad	Rendimiento t/ha	Ubicación por rendimiento	Relación Altura Mazorca/ Planta	% Mala Cobertura	Asp. Maz. (1-5)	Asp. Planta (1-5)	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)
S03TLW-3B NORMAL	5,72	4	0,52	10,2	3,7	3,5	241,7	125,0
S03TLW-SCB NORMAL	5,49	6	0,48	10,4	3,8	3,8	228,3	110,0
S99TLW-BN-SEQ-1	5,28	9	0,49	13,2	4,5	3,7	246,7	121,7
S06LPSPDR	5,16	10	0,44	14,2	4,0	3,8	230,0	100,0
S03TLW-SEQ	4,94	11	0,45	16,1	3,8	3,3	256,7	118,3
SIN-BCO-TSR-CB	5,46	7	0,48	7,9	4,0	3,2	238,3	115,0
SINT-TSR-BCO-C4	4,83	12	0,53	11,7	3,8	3,1	243,3	130,0
S07TLW-AB	5,84	3	0,54	13,3	3,5	3,5	228,3	123,3
S06TLWQ-SEQLN-AB	5,43	8	0,45	10,4	3,8	3,5	261,7	118,3
S05TLWQ-HGB	6,03	1	0,45	11,7	4,0	3,6	250,0	111,7
S03TLWQ-AB-05	4,64	13	0,47	12,4	4,2	3,9	240,0	113,3
S05TLWQ-SEQLN-AB	5,60	5	0,44	12,2	4,2	3,5	233,3	105,0
S06TLWQ-RP-AB	4,24	16	0,45	10,1	4,2	3,8	225,0	101,7
S06TLWQ-AB-2	5,90	2	0,49	14,8	3,7	3,3	256,7	126,7
LD 8843	4,36	15	0,51	18,1	3,8	3,6	246,7	126,7
UPIAV-G6	4,50	14	0,55	9,6	3,7	3,3	228,3	126,7
Media	5,21	9	0,49	12,3	3,9	3,5	240,9	117,1

Conclusiones

- Se logró determinar las variedades con mayor rendimiento en las localidades donde se presentó el estrés hídrico durante la etapa de floración y llenado de grano.
- Las mejores variedades superaron significativamente a los testigos locales en rendimiento bajo las condiciones de sequía, siendo esto un efecto diferencial para las variedades de grano blanco y las de grano amarillo.
- La condición de estrés hídrico durante el período de experimentación permitió contar con una reducción significativa del suministro de agua durante las etapas fenológicas críticas del cultivo de maíz.

VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA MANEJO EFICIENTE DE AGUA DE RIEGO EN ARROZ

J. Aguilar; L. Carrera

Introducción

La disponibilidad del recurso hídrico para la producción de arroz en la región Chorotega, la alta radiación solar, los suelos aptos, la facilidad de operación de la maquinaria agrícola y materiales genéticos adecuados, permite obtener rendimientos superiores a las 5 toneladas por hectárea, además, se puede obtener por lo menos dos ciclos de cultivo al año, o bien manejar el rebrote y obtener mayor rentabilidad de la producción.

Actualmente el productor usa lámina de agua que excede los requerimientos evapo-transpirativos del cultivo y de infiltración de agua en el suelo, lo que provoca pérdidas por percolación y escorrentías superficiales, que en cierto modo alteran los sistemas agroecológicos en las zonas más bajas produciendo excesos de aguas y acarreo de materiales y fertilizantes como arenas, nitratos, nitritos y otros compuestos perjudiciales al medio ambiente.

La inundación permanente requiere suelos arcillosos con baja velocidad de infiltración o terrenos donde la capa freática esté próxima a la superficie, en caso contrario las pérdidas de agua por infiltración profunda disminuyen la eficiencia de riego hasta niveles no económicos (Universidad de Sevilla 2007).

Las necesidades diarias en suelos con infiltración de 8 mm por día (0,33 mm/hora) en 100 días del ciclo vegetativo del cultivo son de 9000 m³/ha (FAO 2004 y 2007). La cantidad de agua utilizada en la parcela del DRAT durante el ciclo es de 26000 m³/ha. El SENARA le suministra 3 l/s/ha (Blázquez M 2005).

Importante es la validación de tecnología que permita el uso y manejo eficiente de agua de riego en el cultivo de arroz que involucre: selección del suelo apropiado, adecuación para riego por inundación con técnicas de conservación de suelos, conducción, distribución, aplicación eficiente de agua y planificación y dimensionamiento de áreas de acuerdo a la disponibilidad del recurso hídrico.

Objetivo

Aumentar la rentabilidad en la producción de arroz mediante el uso eficiente del agua para la agricultura en el Distrito de Riego Arenal Tempisque, Bagaces, Guanacaste.

Método

Previamente a realizar el trabajo de investigación, se llevó a cabo pruebas de infiltración de agua en el suelo, utilizando la metodología de “anillos concéntricos” de 30 cm de diámetro durante una semana.

El terreno fue nivelado con pendiente 0,00 % para una adecuada distribución de agua, luego se realizaron dos pases de rastra para mejorar las condiciones de la “cama” de siembra.

Se realizó la siembra de dos hectáreas de arroz en forma manual (boleo) a razón de 120 kg de semilla por hectárea de la variedad Palmar-18. Para el control de arvenses se utilizó herbicidas pre emergentes. Seguidamente, se dividió el área en dos, tomando una de estas para colocar el politubo flexible y cuantificar el agua de riego y la otra parte fue utilizada como testigo absoluto con las prácticas tradicionales del productor con drenaje abierto.

El área total (2 ha) se mantuvo permanentemente a suelo saturado, suspendiéndose el riego sólo para realizar las fertilizaciones nitrogenadas.

La propuesta de investigación fue reponer instantáneamente el agua consumida durante el proceso de evapotranspiración de la planta e infiltración del suelo sin escorrentía (drenaje cerrado), mientras que el productor utilizó el método tradicional de flujo constante de agua con escorrentía superficial al final de la parcela (testigo).

En el caso de la parcela sin escorrentía, el agua fue aplicada y medida usando tubería flexible de Polietileno de ocho pulgadas de diámetro (8”) y una válvula de compuerta con flujo regulado ubicadas en el borde del área de investigación.

Paralelamente el testigo (productor) fue colocado con las mismas dimensiones y condiciones, sólo variando el manejo de agua. El productor utilizó canal en tierra y drenaje abierto y como elemento para medir el flujo entrante y saliente de agua usó un aforador Parshall de 5 cm de garganta.

Resultados

Cuadro 1. Uso de Riego en dos métodos de Aplicación de Agua en el Cultivo de Arroz

Actividad realizada	Parcela sin drenaje (drenaje cerrado)		Parcela con drenaje (drenaje abierto)	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
Entrada, m ³ en 100 días	9840	10080	31172	26000
Salida m ³ en 100 días de riego	0	0	21322	15920
Consumo m ³ en 100 días	9840	10080	9840	10080
Agua drenada m ³ en 100 días	0	0	21322	15920
Producción, kg/ha	5676	5780	6658	5650
M ³ de agua/kg de grano producido	1,73	1,74	4,68	4,60

Conclusiones

- Se mejoró la eficiencia del uso de agua de riego en arroz, disminuyendo de 30000m³/ha usados en el DRAT a 10000m³/ha por ciclo de cultivo.
- Se redujo a un 30 % del agua utilizada por los productores en el DRAT, en esa proporción el costo del insumo agua.
- Se eliminó el agua de drenaje que provocaba riesgos en la alteración del equilibrio natural de la zona del DRAT.
- Se transfirió técnicas para el manejo eficiente del agua de riego a profesionales, técnicos y productores de arroz en el DRAT.
- Se transfirió técnicas para la selección de suelos aptos para el cultivo de arroz anegado.

ADAPTACIÓN DEL CULTIVO DE FRIJOL A CONDICIONES DE SEQUÍA TERMINAL Y ALTA TEMPERATURA

J. Hernández: N. Chaves

Introducción

El frijol es sumamente sensible al calor y las variedades que los agricultores siembran en la actualidad no tienen buen rendimiento bajo temperaturas nocturnas mayores de 20 °C. Las temperaturas superiores reducen drásticamente el número de flores, el número y la viabilidad del polen, provocan aborto de embriones y semillas, afectando los rendimientos de grano y su calidad. En las líneas tolerantes al calor identificadas recientemente, el polen de las flores del frijol permanece viable incluso con un aumento de temperatura de hasta 4 grados (CIAT 2015).

Una adecuada humedad del suelo es requerida para una buena emergencia y el establecimiento del cultivo, durante las etapas tempranas de crecimiento vegetativo el requerimiento de agua es relativamente bajo, pero se incrementa y se vuelve crítico durante la etapa de prefloración y las etapas reproductivas (Muñoz et al., 2007). Por esta razón, la sequía terminal suele tener un efecto negativo mayor sobre el rendimiento del cultivo y es el tipo de sequía más frecuente en las áreas de producción a nivel mundial (Porch et al. 2009). El estrés por sequía provoca en el frijol común una reducción en el contenido de clorofila, humedad y el potencial hídrico de los tejidos foliares, lo que ocasiona una menor acumulación de biomasa y menor crecimiento de la planta (Rosales et al. 2004; Polanía et al. 2009).

Objetivo

Evaluar la adaptación de germoplasma de frijol, para contrarrestar efectos del cambio climático (sequía y alta temperatura).

Método

Las investigaciones se han realizado en la Estación Experimental La Managua en Quepos, Veracruz de Pejibaye y en Sardinal de Carrillo. En los sitios se instalaron estaciones meteorológicas para registrar datos de temperatura y precipitación. Se han evaluado cuatro experimentos:

El ERSAT (Evaluación de líneas de frijol tolerantes a altas temperaturas), conformado por veinticinco líneas: Diecinueve líneas de frijol tolerantes, más cinco testigos (Cabécar, SEN 52 (Nambí), USRM 20, IJR y Tep 22).

El ERSEQ (Ensayo regional de líneas de frijol tolerantes a la sequía), conformado por veinticinco líneas: Veintitres líneas de frijol tolerantes a sequía, más dos testigos (Amadeus 77 y Seda).

ERTEA (Evaluación de líneas tolerantes a estreses abióticos): Veintitres líneas de frijol tolerantes a estrés abióticos (sequía, altas temperaturas y baja fertilidad) más Cabécar como testigo.

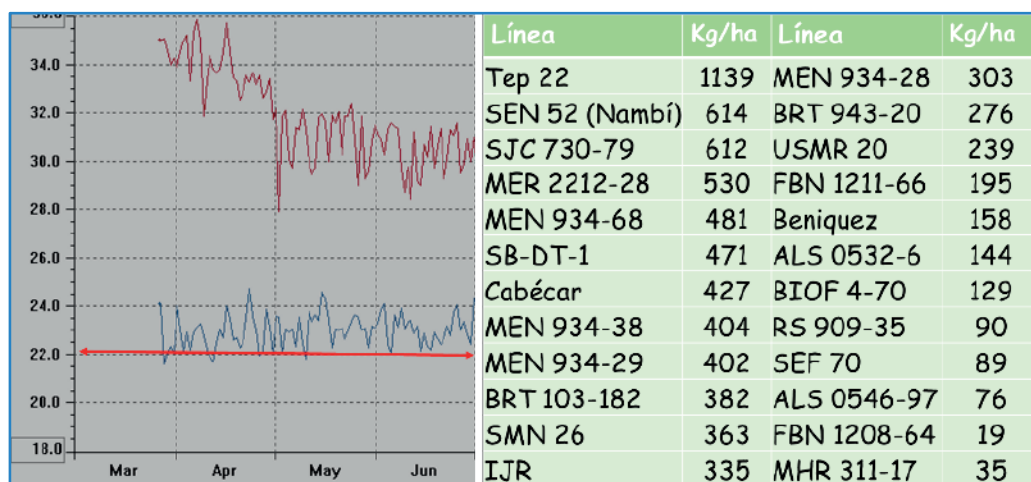
SEF (Sequía Fisiología). Trece líneas de frijol tolerantes a sequía y alta temperatura, más Cabécar, Nambí y Matambú como testigos.

Resultado

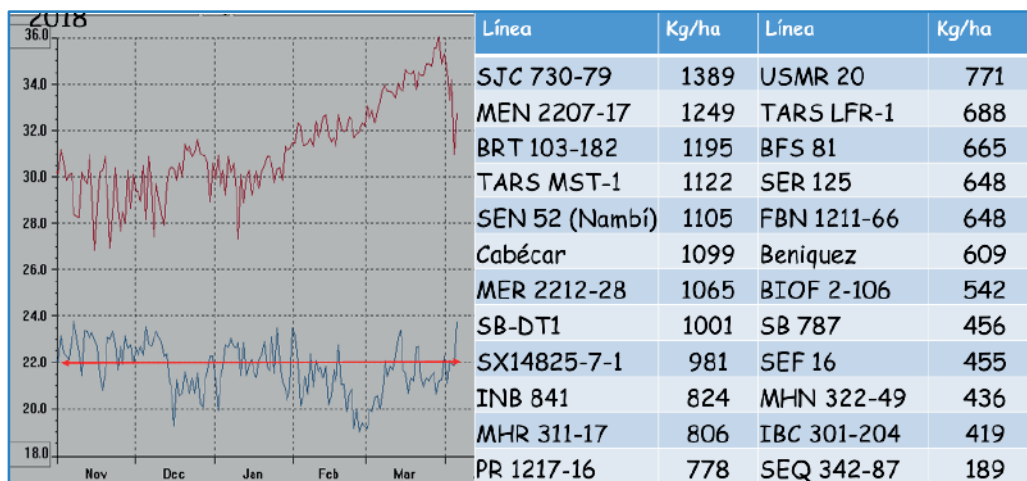
Alta temperatura

Los resultados obtenidos permiten identificar que los principales efectos se presentan cuando la temperatura nocturna está sobre los 22 °C. Las evaluaciones realizadas han permitido identificar genotipos principalmente los Tepari (*Phaseolus acutifolius*) y otros materiales como: SJC 730-79, MEN 2207-17 y SEN 52 (Nambí).

Cuadro 1. Rendimiento promedio de variedades que conforman el ERSAT y temperatura máxima y mínima. Campo experimental. Quepos, marzo 2017



Cuadro 2. Rendimiento promedio de variedades que conforman el ERTEA y temperatura máxima y mínima. La Managua, Quepos, noviembre 2017- marzo 2018



Sequía

En el último ciclo de evaluación los rendimientos generales de las líneas con estrés por sequía, fueron significativamente más bajos que los obtenidos sin estrés, estos valores indican índice de intensidad de sequía muy alto.

Cuadro 3. Rendimiento promedio de variedades que conforman el ERTEA, con y sin estrés por sequía. Sardinal, 2017-2018

LÍNEA	CE	SE	LÍNEA	CE	SE
INB 841	570.9	2668.1	FBN 1211-66	305.2	2383.8
SEN 52 (Nambí)	486.6	3266.3	TARS LFR-1	296.9	2687.8
BFS 81	476.2	2421.9	Cabécar	292.6	2359.9
SX14825-7-1	456.2	2519.8	TARS MST-1	284.3	2838.0
BRT 103-182	374.4	2799.3	MER 2212-28	276.5	2337.8
MHR 311-17	360.3	2641.3	PR 1217-16	261.6	2949.2
SEF 16	356.1	2295.8	SB 787	252.0	2801.3
BIOF 2-106	327.2	1974.0	USMR 20	244.7	2959.9
SER 125	325.6	2232.2	IBC 301-204	233.5	2709.9
SJC 730-79	324.5	2411.9	MEN 2207-17	216.2	2132.9
SB-DT1	323.0	3268.7	SEQ 342-87	207.0	3241.7
Beniquez	322.0	3197.8	MHN 322-49	153.3	2520.8

Cuadro 4. Rendimiento promedio de variedades que conforman las líneas SEF, con y sin estrés por sequía. Sardinal, 2017-2018

LÍNEA	CE	SE	LÍNEA	CE	SE
G 40001	710.0	3190.9	SEF 10	439.4	2608.2
Nambí	609.1	2847.7	SEF 14	423.7	1979.7
SEF 64	602.4	2536.5	Matambú	352.5	2437.3
SER 16	525.8	2450.6	SEF 42	351.8	2362.6
SEF 16	476.4	2292.2	RCB 593	349.1	2086.1
SEF 62	465.0	1887.9	Cabécar	320.4	2603.4
SEF 15	456.7	2273.0	SEF 71	294.3	2176.2
SEF 60	450.0	1946.9	SEF 70	268.1	1645.6

Desarrollo tecnológico

Tema: **Frutales**

EVALUACIÓN DE INDUCCIÓN FLORAL EN AGUACATE SIMMONDS, EN SAN MATEO DE ALAJUELA, COSTA RICA, COMO ESTRATEGIA PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CULTIVO

J. Mora; R. Padilla

Introducción

El cultivo de aguacate es de importancia en la producción agrícola nacional; se encuentra cultivado en 11923 fincas, distribuidas en el todo el país; con un área de 1 108 ha de siembra de este, de las cuales 933,5 se encuentran en etapa productiva, con 197181 árboles totales en producción (INEC 2015).

La provincia de Alajuela cuenta con 2376 fincas con árboles dispersos de aguacate, lo que representa un 19,90 % a nivel nacional; con un área cultivada de 190,7 ha representado el 17,20 % del área total cultivada en el país; y un 19,41 % del área en producción y cuenta con el 9,45 % de los árboles totales sembrados en el país (INEC 2015).

En Costa Rica, la investigación en el cultivo de aguacate es limitada o inexistente, y en inducción floral, no se han encontrado investigaciones anteriormente. Por otra parte, en países como México y Guatemala se ha investigado en el tema con buenos resultados en el cultivo.

Este cultivo se encuentra establecido en plantaciones localizadas principalmente en los cantones de San Mateo, Esparza y Orotina, el cual se denomina aguacate de bajura. Estos cantones se encuentran situados en el Pacífico central, con dos estaciones bien definidas seca y lluviosa (IMN 2008).

Los huertos de aguacate históricamente iniciaban floración, la cual coincidía con un periodo de lluvias que le favorecía al cuaje de la fruta y por ende a tener buenos rendimientos y rentabilidad. Como efecto del cambio climático, en la zona se ha ido anticipando la entrada de la época seca lo que ha desfasado la sincronización que existía entre floración y periodo de lluvia.

Toda esta problemática ha venido a repercutir en bajas cosechas provocadas por el bajo porcentaje de cuaje en el cultivo; de tal forma que ha tenido un impacto negativo económico en los productores de la zona de estudio.

Esta investigación tiene como fin probar diferentes técnicas de inducción floral que permita anticipar la floración del aguacate para el aprovechamiento de las lluvias en San Mateo de Alajuela. Y así ofrecer al productor una herramienta para mejorar los rendimientos de producción, además, de ofrecer una técnica de producción que mejore el manejo ante el cambio climático.

Objetivos

- Evaluar tres métodos de inducción floral en aguacate, variedad Simmonds, en San Mateo de Alajuela, Costa Rica, como estrategia para mejorar la producción y mitigar los efectos adversos del cambio climático en los rendimientos del cultivo.
- Evaluar la aplicación de paclobutrazol en dos diferentes formas de aplicación, inyectado y al suelo, para inducir la floración antes de la época normal para la variedad Simmonds.
- Evaluar el uso de técnica de anillado como práctica para anticipar floración en variedad Simmonds según su época normal.
- Comparar la rentabilidad de cada uno de los métodos de inducción floral en aguacate Simmonds, tomando en cuenta su rendimiento final en el cultivo.

Metodología

Esta investigación se realizó utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones descritos a continuación:

- **Tratamiento 1:** Testigo (sin aplicación).
- **Tratamiento 2:** Paclobutrazol, aplicado al suelo, en dosis de 1cc por cada metro lineal del diámetro dentro de la línea de gotera o sombra del árbol, diluidos en cinco litros de agua.

- **Tratamiento 3:** Paclobutrazol, aplicado vía inyección al tallo entre los 30 cm y los 70 cm del suelo, en dosis de 0,5 cc por cada metro lineal del diámetro dentro de la línea de gotera o sombra del árbol.
- **Tratamiento 4:** Anillado de la corteza del árbol, de un centímetro de ancho.

Resultados

En los datos de crecimiento vegetativo se analizó el porcentaje de brotes. La evaluación realizada al inicio mostró diferencias significativas en los árboles siendo mayor el crecimiento en el tratamiento de paclobutrazol aplicado al suelo, seguido por el paclobutrazol inyectado. En la segunda evaluación a los 30 días se nota como se detuvo el crecimiento en casi todos los tratamientos, pero sobretodo en los tratamientos de paclobutrazol, cuadro 1.

Cuadro1. Crecimiento vegetativo en (%) al día 1 y 30 días de la aplicación

Tratamientos	Crecimiento vegetativo en (%)
	Día 1 Día 30
T-1	40,17 a b 6,33 a
T-2	61,67 b 2,33 a
T-3	55,83 a b 1,00 a
T-4	14,17 a 6,33 a

T1 (tratamiento sin aplicaciones), T2 (tratamiento con aplicación al suelo de paclobutrazol), T3 (tratamiento con aplicación de paclobutrazol vía inyección al tallo), T4 (tratamiento con anillado al tallo). Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En la siguiente figura se puede apreciar en detalle como cambió el crecimiento según los tratamientos.

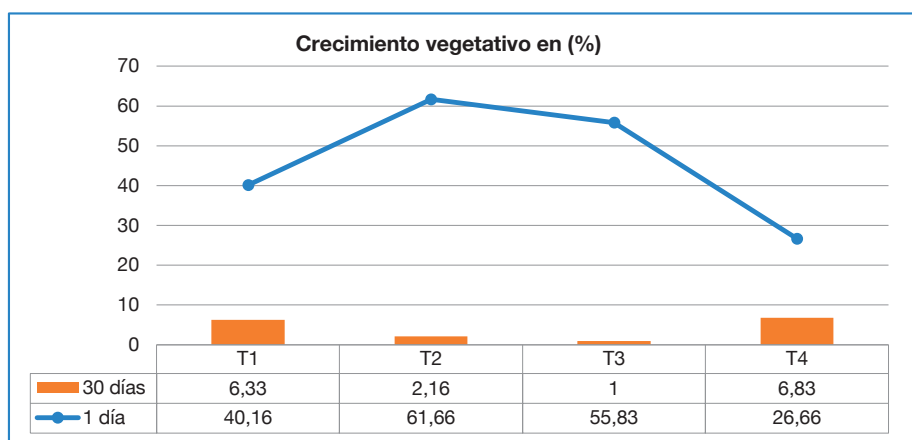


Figura 1. Crecimiento vegetativo del cultivo vs tratamientos.

En la figura 1 se muestra de acuerdo con cada tratamiento, la formación de yemas florales expresada en porcentajes. Como se puede apreciar, los porcentajes mayores se obtuvieron con los tratamientos de anillado y testigo.

En la figura 2 se muestra como el mayor porcentaje de yemas florales se obtuvo en el tratamiento con anillado al tronco, a pesar de que el anillo fue bastante angosto.

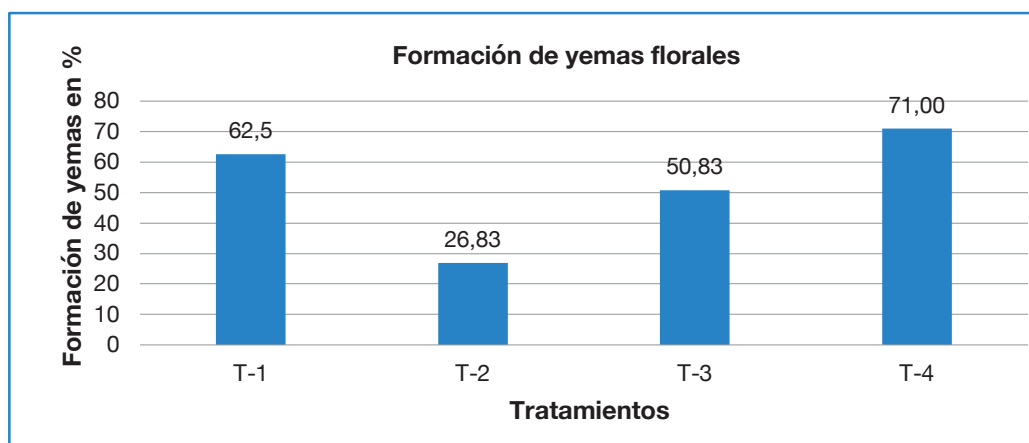


Figura 2. Formación de yemas florales según los tratamientos.

En el siguiente gráfico se muestran los kilogramos producidos, de fruta fresca según el tratamiento. El valor más alto, aunque no estadísticamente diferente se obtuvo con la aplicación de paclobutrazol al suelo. La técnica de inyección no fue eficiente en este estudio.

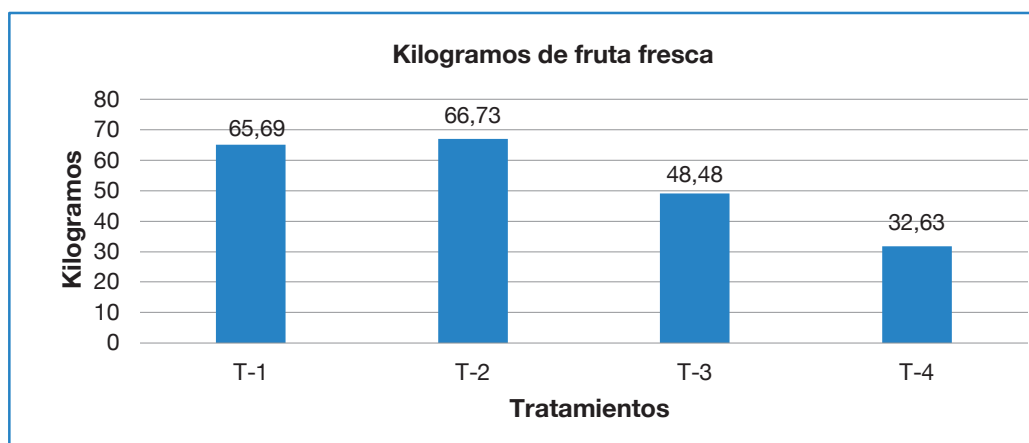


Figura 3. Producción total, kilogramos de fruta por árbol según tratamiento.

Conclusiones

- El uso de paclobutrazol como método de inducción floral en aguacate Simmonds, por inyección al tallo del árbol o en aplicación con la técnica de drench, no mostró ser un método eficaz de inducción floral bajo las condiciones y dosis en que se efectuó esta investigación.
- El método de anillado como técnica de inducción floral, no mostró diferencia significativa, que establezca ser un método eficiente en esta investigación.
- Se establece el anillado del tronco, como técnica de menor costo económico para efectos de inducción floral en aguacate.
- En la técnica de anillado, es esencial determinar las dimensiones de éste, tomando en cuenta el tamaño del árbol, además de establecer la época de mayor eficacia.

IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS DE MANEJO DEL AGUA EN PLANTACIONES DE RAMBUTÁN (*NEPHELIUM LAPPACEUM*) ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN DOS LOCALIDADES DE LA REGIÓN BRUNCA

I. Calvo; J. Aguilar

Introducción

El rambutan (*Nephelium lappaceum* L. var. *lappaceum*) es un árbol nativo de Malasia e Indonesia, está ampliamente distribuido en el sureste de Asia y es cultivado en Tailandia, Vietnam, Filipinas, Hawái, India, Sri Lanka y Australia. Además, desde hace más de veinte años, se cultiva en Centro América (Torres y Reyes 2007).

En las regiones tropicales el crecimiento de las plantas arbóreas frutícolas, se rige principalmente por las variaciones en la disponibilidad de agua en el suelo. En términos generales, durante cada ciclo anual entre períodos de vida del cultivo, se presentan varios episodios de crecimiento vegetativo y uno de crecimiento reproductivo. La época de floración está influenciada por condiciones climáticas, principalmente por la temperatura y la precipitación, además de la variedad, el manejo del árbol y la madurez de hojas y yemas previo a la diferenciación (Rodríguez 1990).

Boyer (1982) considera que el déficit hídrico y la sequía limitan la productividad vegetal de nuestro planeta más que cualquier otro factor ambiental. Generalmente la tasa de crecimiento de una comunidad vegetal o un cultivo son proporcionales a la disponibilidad de agua (Benavides 2002).

Watson *et al* (1988) indican que el cultivo es sensible a la falta de agua desde la emergencia de las yemas florales, la formación de panículas y flores, hasta después de la cosecha, cuando se inician los brotes nuevos. En estas etapas la planta no debe sufrir estrés hídrico, ya que de lo contrario se producen frutos pequeños, vanos y secos, y con calidad baja.

El presente trabajo tiene como finalidad determinar las necesidades hídricas y de drenaje del cultivo de rambután en dos localidades contrastantes de la región Brunca, la primera en: San Buenaventura de Osa, que presenta un déficit de precipitación ó humedad importante durante la etapa de diferenciación floral, impidiendo una efectiva polinización y posterior llenado de fruto; y la localidad de San Martín de Corredores, con exceso de precipitación que impide el estrés hídrico del árbol durante los meses de enero y/o febrero, también necesario para la etapa de diferenciación floral.

En la localidad de San Buenaventura se estableció un sistema de riego para comparar los métodos de microaspersión y goteo. En ambas localidades se llevan registros de humedad del subsuelo a través del uso de instrumentos de determinación de humedad.

Objetivos

- Contribuir al mejoramiento de las condiciones productivas del cultivo de rambután por medio de un uso eficiente del recurso hídrico.
- Identificar si existe relación entre la disponibilidad de humedad de suelo y la diferenciación floral en las localidades de San Buenaventura de Osa y San Martín de Corredores.

Método

Las mediciones semanales del contenido de agua en el perfil de suelo a tres profundidades (0-20, 20-40 y 40-60 cm) mediante instrumentos determinadores de humedad, TDR 100, TDR 300, así como el piezómetro para determinar la profundidad del manto freático a 2 m de profundidad.

Registro de precipitación diaria mediante pluviómetros y evaluación de floración.

Resultados

Los datos que se están recopilando siguen bajo evaluación, por lo que aún no se tiene la suficiente información para presentar resultados ni elaborar conclusiones.

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

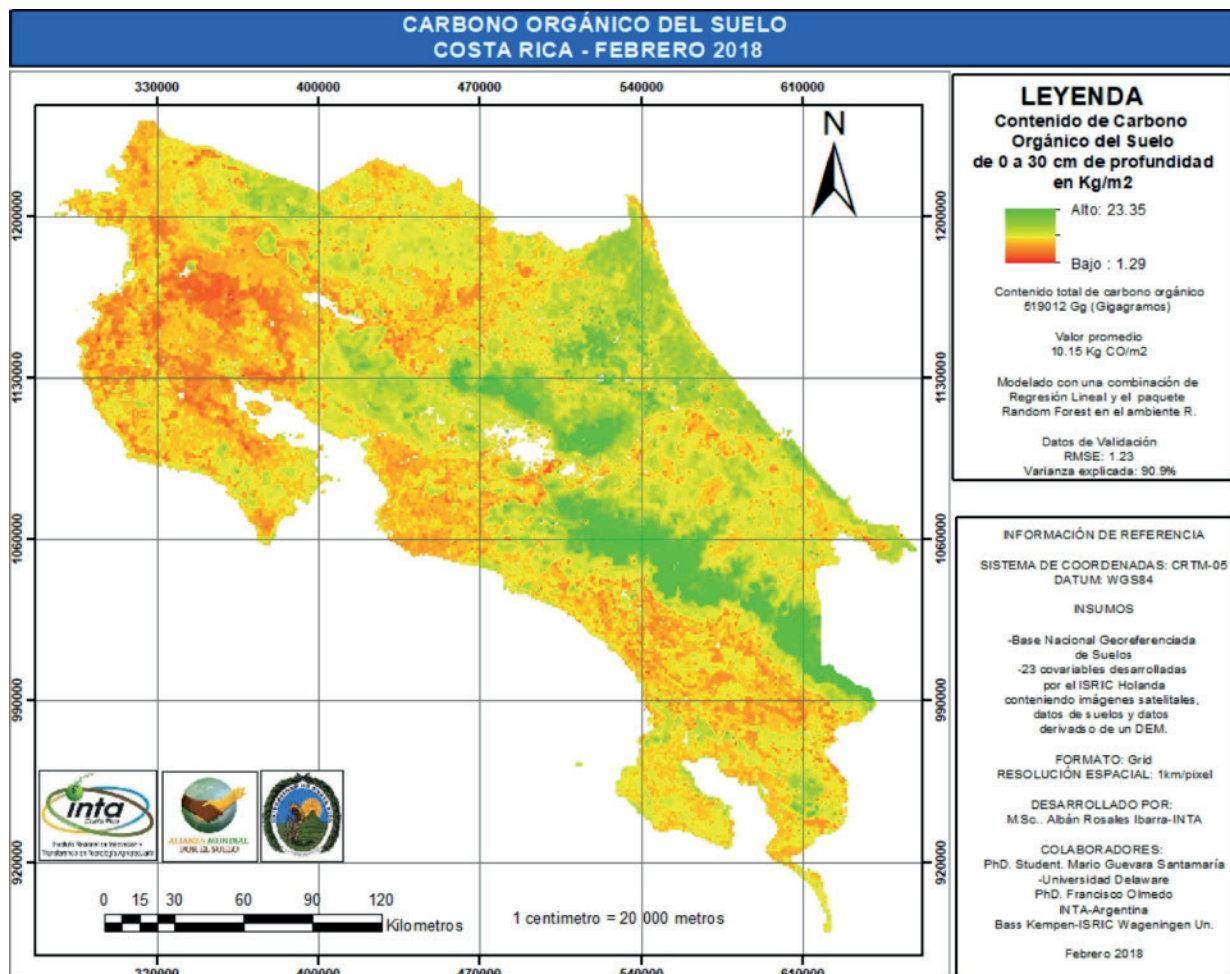
Un representante experto por país miembro del GSP fue escogido para participar en los talleres programados a nivel mundial. Dos representantes de Costa Rica participaron en el taller realizado en junio del 2017 en el Centro de Información Mundial de Suelos (ISRIC) de la Universidad de Wageningen en Holanda. 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:

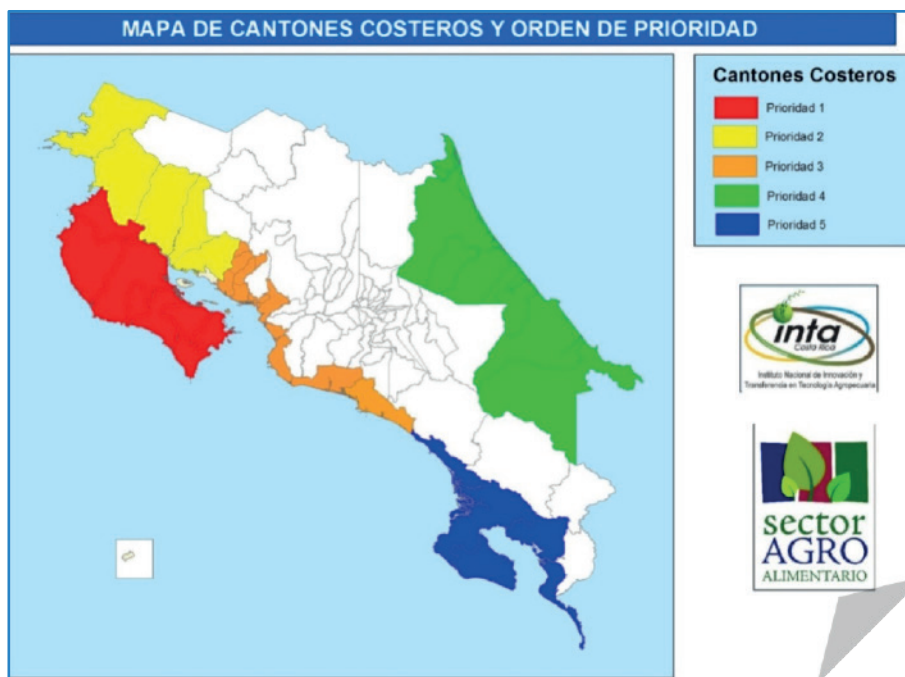


Figura 1. Priorización de cantones según consenso con MINAE-MIVAH-IFAM-IGN-ICT-INVU-CNE

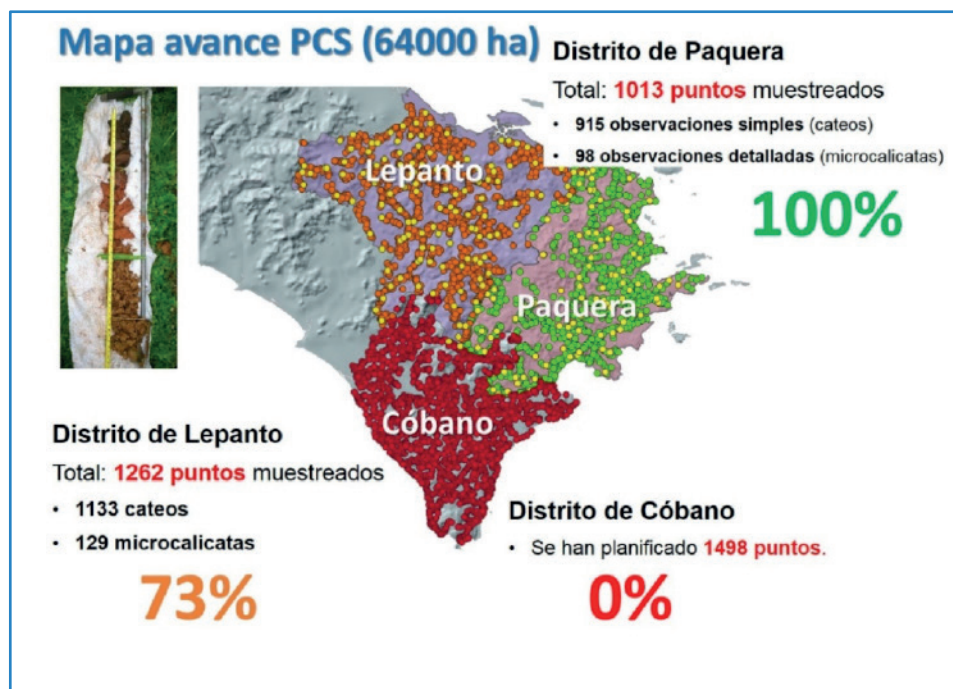


Figura 2. Actualmente se cuenta con un 90 % de Lepanto y Paquera concluido totalmente.

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.

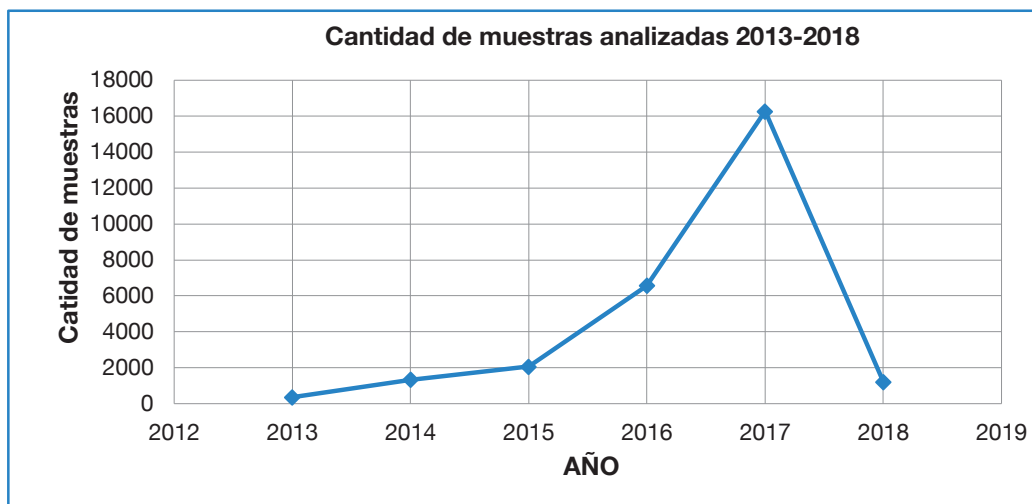


Figura 1. Demanda de análisis de GEI en el laboratorio de suelos. Periodo 2012-2018

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.

