

BOLETÍN DEL PROGRAMA NACIONAL SECTORIAL DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA BAJO AMBIENTES PROTEGIDOS

Año 12 (número 71)
Jul-Ago de 2018



- 2** Un caso de agricultura urbana
- 5** Comparación técnico-financiera de la producción de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo el sistema de cubiertas plásticas temporales y la producción en macrotúneles
- 9** Algunos conceptos sobre luz aplicados en la agricultura protegida
- 13** Los albores de la industria 4.0
- 17** Actividades del ProNAP durante este bimestre
- 19** Anuncios

UN CASO DE AGRICULTURA URBANA

Juan Luis Alvarado Herrera

juangloria@ice.co.cr

Productor

Poco después de haberme acogido la pensión, la necesidad de emplear el ahora abundante tiempo comenzó a ser evidente. Y se presentó la oportunidad de tener acceso a un espacio en el corazón de San Francisco de Heredia. La idea de cultivar mediante un sistema hidropónico surgió como la mejor forma para invertir ese tiempo, abastecerse de hortalizas frescas, sanas y sin residuos de plaguicidas sintéticos y, con el gran gusto de producir y alegrar al resto de la familia (Figura 1).



Figura 1: los bancales de cultivo (Foto: F. Marín).

Los primeros esfuerzos fueron en 2008 para construir unos bancales para producción hidropónica. Se recibió capacitación del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

Aunque el impulso se redujo debido a la falta de experiencia (las plagas comenzaron a hacer de las suyas), el desánimo no venció y se buscó más información y criterios expertos para atender el problema.

Se complementó el estudio con la elaboración de fertilizantes orgánicos, el uso de plantas aromáticas dentro del control químico y biológico, promoción de presencia de depredadores y otros. Las respuestas positivas se fueron dando y el entusiasmo aumentó.

Señales de un espacio en el mercado

Con ello aunque en muy pequeña escala, se expresaron opciones comerciales, aunque no es este el objetivo de la actividad. Principalmente los vecinos se enteraron del asunto y se interesaron por un sistema limpio y amigable con el ambiente, que proporcionaba hortalizas de excelente calidad. Y aunque los precios pueden ser un poco mayores que en una feria del agricultor, conocer cómo se producen esos alimentos genera confianza en las personas.

Como sucede a casi todas las personas que incursionan en este sistema productivo, se comenzó a trabajar con lechugas, pero pronto se aprendió a manejar el necesario equilibrio en cuanto variedad de plantas e incorporar aromáticas para promover un proceso alelopático. La mejora ha sido evidente.

Con ello en mente y con las necesidades de los usuarios, también debió ampliarse la oferta de productos. Albahaca, cebolla, cebollinos, culantro, lechugas, mostaza cruesa, pepinos, remolacha y tomillo, son parte de la variedad de productos, que se incrementa bajo ciertas posibilidades con acelgas, arúgula,

repollo y otras especies. Esto promovió un plan bisemanal de cultivo y sustitución de plantas.

Avances

Los primeros bancales de 3,35 x 0,80 m, se construyeron con madera. Pero fueron luego mejorados con bases a partir de materiales metálicos y de concreto, de mayor estabilidad y durabilidad. Se mejoraron así mismo los drenajes y la pendiente para favorecer la salida de excedentes.

El sustrato inicialmente era carbón y se ha ido sustituyendo por roca volcánica, que ofrece mayor vida útil, es manejable, de más fácil lavado y desinfección.

Así mismo, la incorporación del fertirriego automatizado y medidas de control con productos botánicos, han sido parte fundamental del avance de este proyecto.

La protección y sus efectos

Al conocer los alcances de la agricultura protegida, y teniendo a la mano fertirriego, se hace indispensable la incorporación de techos para facilitar el desarrollo de los cultivos. Sin embargo, esto inicia en forma paralela a otra propuesta.

La producción de hongos ostra también es de sumo interés y un módulo se ha construido por etapas durante año y medio, y con recursos propios. La pequeña estructura sigue los principios que rigen la actividad. Incluso se tienen opciones para desarrollo de sustrato y cepas (semilla) propias (Figura 2)

Las necesidades de adaptación del sistema no se han hecho esperar, en especial debido a manejo de temperatura y humedad. Y la respuesta surgió en un curso ofrecido por el Colegio de Ingenieros Agrónomos y para el cual se tuvo el apoyo del **ProNAP**.



Figura 2. Estructura para esterilización y preparación de sustrato para las bolsas (Foto: F. Marín).

En este momento, se está realizando el desarrollo de un sencillo sistema de control automatizado, con sensores de humedad y temperatura y gobernado por un arduino (Figura 3). Obviamente se cuenta con el apoyo de un profesional que se ha acercado a ese campo.

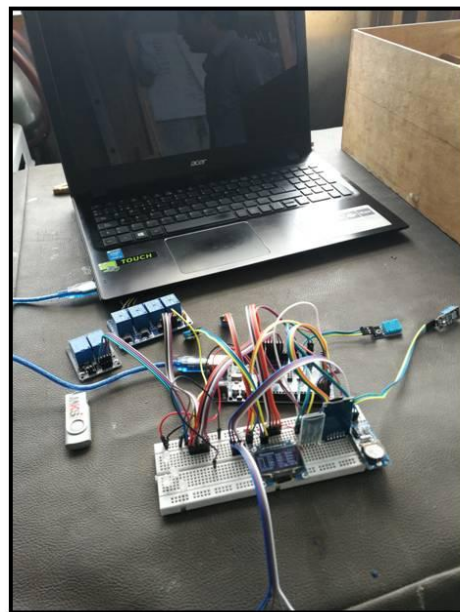


Figura 3. Sistema de control en su etapa inicial (Foto: F. Marín).

Expectativa

Pero falta aún afinar el sistema productivo, pues no han estado ausentes algunos problemas de manejo o contaminación.

Luego de cinco cosechas, se están implementando mejoras La automatización, a más de facilitar el control, permitirá utilizar el tiempo en el crecimiento de la fase hortícola.

Una oferta sostenida es importante para poder recuperar la inversión. Mas el mercado no es la razón más importante para todo esto.

Tener la oportunidad de estar en contacto con las plantas, ver el fruto de un esfuerzo, gozar de productos frescos, sanos y limpios, son elementos que se perciben ahora, después de 65 años de haber recibido agricultura en la escuela... **esto es vida!**



COMPARACIÓN TÉCNICO-FINANCIERA DE LA PRODUCCIÓN DE CHILE DULCE (*Capsicum annuum* L.) BAJO EL SISTEMA DE CUBIERTAS PLÁSTICAS TEMPORALES Y LA PRODUCCIÓN EN MACROTÚNELES

Karol M. Zamora Barrantes

karol-ea@hotmail.com

Estudiante, Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios, Universidad de Costa Rica

Introducción

Existe una carencia de esfuerzos en el análisis de aspectos de la economía y las finanzas de las actividades agropecuarias. Y en el caso de la agricultura protegida, se hace especialmente interesante debido a las inversiones que se deben realizar en infraestructura.

Es claro que la agricultura protegida permite evadir elementos naturales que afectan negativamente el desarrollo y la calidad de los alimentos, mas se ha advertido acerca de la necesidad de incorporar nuevas formas de trabajo ante la generación de un nuevo escenario para las plantas.

En conjunto, se pretende que la inversión permita un manejo agronómico más preciso, que promueva periodos de producción más extendidos, acortamiento de ciclos, menor uso de insumos agrícolas y mayores rendimientos.

El objetivo de esta investigación fue comparar técnica y financieramente la producción de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo el sistema de cubiertas plásticas temporales y la producción en macrotúneles.

La información fue recopilada en San Roque de Grecia (Provincia Alajuela), mediante la metodología de estudio de casos, donde se contó con la colaboración de dos productores

independientes que cultivaron la variedad Nathalie. Los proyectos productivos fueron desarrollados en época lluviosa (periodo comprendido entre los meses de marzo a agosto 2017 para el proyecto que utilizó las cubiertas plásticas temporales, y de abril a noviembre 2017 para el proyecto que empleó los macrotúneles).

Las unidades productivas (Figura 1) comprendieron un área de 2.230 m², donde las distancias de siembra fueron de 1,75 m entre hileras y 0,25 m entre plantas para el sistema de cubiertas plásticas temporales y de 1,10 m entre hileras y 0,25 entre plantas en el caso del uso de macrotúneles, donde la cantidad de plantas correspondió a 5.000 y 8.200 respectivamente.

Resultados y discusión

Los costos de producción correspondientes a las unidades productivas durante el año 1, fueron de ₡ 1.316.605,52 para el sistema de producción bajo cubiertas plásticas temporales y de ₡ 3.142.672,92 para el sistema que empleó los macrotúneles, donde se identificó que el rubro de mano de obra fue el más importante en ambos sistemas con participaciones de 41,3% y 43,3% respectivamente.

La compra del almácigo fue el rubro que ocupó el segundo lugar en importancia del sistema de cubiertas plásticas temporales con una participación de 19,7% y el tercer lugar lo

abarcó la compra de insumos agrícolas con un 14,9%.

En el sistema desarrollado con los macrotúneles se identificó que la compra de insumos agrícolas fue de gran importancia ubicándose en segundo lugar con una participación de 25,3% y en la tercera posición se ubicó la compra del almácigo con un 13,6% sobre el total de los costos.



Figura 1: Sistemas de producción: arriba cubiertas plásticas temporales; abajo macrotúnel.

Las inversiones fijas del sistema de cubiertas plásticas temporales ascendieron a ₡ 304.964,35 siendo el sistema de riego por goteo el rubro más importante (48,7%), aparte de dicha inversión se contemplaron inversiones menores como la compra de materiales de trabajo y cajas plásticas para la recolección y empaque del producto.

En el caso del sistema de macrotúneles la inversión fija fue de ₡ 40.817.390,81, cuyo principal rubro de inversión correspondió a la compra de 8 naves con un área de 280 m² cada una, abarcando un 67,2% sobre el total de la inversión fija.

Las estructuras fueron construidas con tubo galvanizado, con coberturas laterales y frontales de plástico y malla y el techo de plástico. La altura al cenit fue de 4,27 m, con pilares de 1,5 m de alto sobre el suelo.

Otro rubro importante fue la construcción de un pozo (115 m de profundidad) y el sistema eléctrico del mismo cuya participación fue de 30,3%, se incluyeron también la inversión del sistema de riego por goteo e inversiones menores.

Aparte de las inversiones fijas, se contempló el rubro de inversiones nominales que comprendieron básicamente los permisos correspondientes a la perforación del pozo cuyo monto alcanzó un valor de ₡ 2.893.834,50.

Para ambos proyectos se contempló una inversión de capital de trabajo, calculado mediante el método de periodo de desfase cuyos valores al año cero fueron de ₡ 726.127,89 para el sistema de cubiertas plásticas temporales y de ₡ 1.121.502,89 en el proyecto trabajado con los macrotúneles.

En ambos casos, los terrenos se consideraron como un costo hundido por tanto no fueron contemplados en los flujos de caja.

Los proyectos fueron evaluados con un horizonte de evaluación de cinco años y un costo de capital de 11,14%, compuesta por una tasa libre de riesgo de 6,14% y una prima por riesgo del 5%.

Partiendo del horizonte de evaluación, se realizaron los cálculos correspondientes a las depreciaciones y los valores de desecho de los activos fijos, los cuales se trabajaron con el método de línea recta y el método contable.

El monto de depreciaciones del sistema que utilizó las cubiertas plásticas temporales fue de ₡ 44.907,62 y el valor de desecho del proyecto fue de ₡ 80.426,24.

Por su parte en el proyecto que trabajó con los macrotúneles la depreciación correspondió a un monto de ₡ 2.199.947,99, hasta el año 3, años posteriores fue de ₡ 2.556.433,43 debido a que fue necesario realizar reinversiones en activos tales como el plástico UV para las estructuras, la malla-tutor y tutores. El valor de desecho del proyecto fue de ₡ 30.430.392,18.

Las inversiones nominales fueron amortizadas en el periodo de horizonte de evaluación, con montos anuales de ₡ 578.766,90.

En relación con los ingresos de los proyectos, se contabilizaron la cantidad de frutos cosechados de acuerdo a los grados de calidad y se tomó como base los precios dados en el Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (CENADA), considerando los precios promedios unitarios reportados durante los periodos de cosecha de cada uno de los proyectos.

El proyecto con el sistema de producción de cubiertas plásticas temporales obtuvo una producción total de 7.513 unidades de las cuales un 64,8% fueron frutos de tercera calidad, un 26,3% de segunda calidad y tan solo un 8,9% de la producción fueron

correspondiente a la primera calidad, es importante mencionar que el productor se vio muy afectado por las importantes lluvias reportadas durante los meses de mayo, junio y julio, situación que afectó considerablemente los rendimientos de su finca.

Los precios promedio unitarios en dicho momento fueron de ₡ 304,13 para frutos de primera calidad, de ₡ 161,25 para frutos de segunda calidad y de ₡ 84,04 para frutos de tercera calidad.

Con la información anterior fue posible obtener los ingresos totales durante el año 1 que fueron de ₡ 931.182,96. Para años posteriores se mantiene constante el nivel productivo, y los precios son actualizados con la inflación.

Por su parte el sistema de macrotúneles reportó ingresos de ₡ 13.054.508,89, durante el primer año, obtenidos por la venta de 90.074 unidades con la siguiente distribución: 47,1% frutos de primera calidad; 27,5% frutos de segunda calidad; 20,4% frutos de tercera calidad y 4,9% frutos verdes que fueron vendidos a una pizzería local.

Los precios promedios dados en dicho periodo de venta fueron de ₡ 200,05 para frutos de primera calidad, de ₡ 102,53 para frutos de segunda calidad, de ₡ 52,91 para frutos de tercera calidad y de ₡ 235,00 para los frutos verdes. De forma similar al otro proyecto en estudio, se mantiene un rendimiento constante y los precios son actualizados con la inflación.

Con la información presentada se procede a realizar los cálculos correspondientes a los indicadores financieros y temporales para evaluar la rentabilidad financiera de los proyectos en estudio

El proyecto que empleó el sistema de producción con cubiertas plásticas temporales

obtuvo un valor actual neto (VAN) de - $\text{C} 2.083.730,58$ y una tasa interna de retorno (TIR) de -48,72%, cuyo criterio de decisión fue rechazar el proyecto tal cual se desarrolló, debido a que genera pérdida de riqueza al productor.

Para el sistema que utilizó los macrotúneles obtuvo un valor actual neto (VAN) de $\text{C} 7.375.532,50$ con una tasa interna de retorno (TIR) de 15,98%, así como un periodo de recuperación de inversión (PRI) de 4,22 años, indicadores que prueban una rentabilidad financiera para el proyecto, por tanto, el criterio de decisión fue aceptar el desarrollo del proyecto.

Es necesario revisar el proceso agronómico en dos vías. Por un lado, los modelos de producción, debido a la elevada importancia relativa de los costos de los insumos, ya que la técnica de agricultura protegida debidamente administrada, pretende reducir de forma significativa el rubro. Lo anterior denota ausencia de protocolos de producción o desconocimiento de la biología y manejo de las plagas.

Por otro lado, los rendimientos se anotan como bajos para ambos casos y ello contradice técnicamente la propuesta de inversión. En el caso de cubiertas plásticas, la insuficiencia en el rendimiento pareciera coincidir con una importante carencia de información técnica por parte del productor, acerca del manejo del cultivo. En el caso de macrotúneles los indicadores financieros son positivos; con una situación debidamente atendida, aumentaría de manera importante la riqueza del productor.

Conclusiones y recomendaciones

La producción de chile dulce en macrotúneles es una alternativa viable para el productor en la zona de estudio, dado que permite extender la capacidad de las plantas en cuanto el periodo de cosecha, con respecto a la

utilización de cubiertas plásticas temporales, con lo cual se logran mayores rendimientos.

Los resultados comparativos permiten evaluar el costo de oportunidad de utilizar un sistema u otro; a pesar de que las inversiones en estructuras más tecnificadas requieren de un monto económico elevado, el proyecto genera rentabilidad y permite recuperar la inversión, mientras que al utilizar las tradicionales cubiertas plásticas temporales, estaría latente el riesgo de enfrentarse de forma menos segura a las condiciones ambientales, que podrían afectar más al cultivo.

Pese a lo anterior, hay al parecer un importante vacío de conocimiento en torno de las prácticas agronómicas que deben aplicarse en este ambiente y una tendencia a trasladar las actividades de cultivo a cielo abierto hacia esta nueva forma de producción.

Es necesario también apoyar al productor para que establezca controles en busca de reducir el costo de la mano de obra, dado que es el rubro más importante dentro del costo total de producción en los sistemas evaluados.

Agradecimiento

Un sincero agradecimiento a los productores que colaboraron con el desarrollo del proyecto de investigación. Así mismo se agradece al MAE. Carlos Díaz Gutiérrez, a la Lcda. Cristina Rodríguez Román y al Ing. Francisco Marín Thiele por todo el acompañamiento y asesoría a lo largo de este proceso.

Referencia

- Zamora, K. 2018. Comparación técnica y financiera de la producción de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo el sistema de cubiertas plásticas temporales y la producción en macrotúneles, localizados en San Roque de Grecia, Costa Rica. San José, Costa Rica. Proyecto de Graduación. Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios, Universidad de Costa Rica. 114 p.

ALGUNOS CONCEPTOS SOBRE LUZ APLICADOS EN AGRICULTURA PROTEGIDA

Guillermo Murillo Segura
guimanamemo@gmail.com

Consultor

Francisco Marín Thiele

ProNAP, Ministerio de Agricultura y Ganadería (Convenio CNP-MAG)

La luz es in insumo fundamental para el crecimiento y el desarrollo de las plantas mediante el proceso de fotosíntesis; poca luz o de reducida calidad, provocan deterioro en la expresión del cultivo, que se expresa como retraso en el crecimiento e incluso en pérdidas por rendimiento (morfogénesis) figura 1. Pero también tiene un efecto importante sobre la ubicación de las plantas (fototropismo) y la respuesta ante la duración del día (fotoperiodo).

El estudio de la luz se ha vuelto importante en agricultura protegida en razón de la interpretación de su comportamiento, las opciones para el manejo dl crecimiento, el desarrollo de las plantas y la productividad, así como la potenciación del uso de materiales de cerramiento con características específicas de color y capacidad de tramitancia de luz.

La luz visible es el segmento más pequeño de la radiación electromagnética e incluye los siete colores del arco iris en el rango visible, para nosotros lo que va de 380 a 780 nanómetros (**nm**). Puede separarse en colores, cuando la hacemos pasar a través de una gota de agua o de un prisma de cristal: el mejor ejemplo conocido es el arco iris, en el que la luz es descompuesta a través de las gotas de lluvia que hay en el aire.

LUZ es un concepto con el que normalmente se hace referencia a la radiación solar, que es visible para el ojo humano. Este incluye radiación ultravioleta, radiación infrarroja, rayos X, microondas y ondas de radio y es solo

una pequeña parte de la radiación energética total del sol. Algunos rayos, del llamado espectro electromagnético (cuadro 1), ni siquiera alcanzan la superficie de la tierra.

Clase de radiación	Longitud de onda
Rayos gamma	< 0,1 nm
Rayos X	0,1 – 100 nm
Ultravioleta C (UVC)	100 – 280 nm
Ultravioleta B (UVB)	280 – 320 nm
Ultravioleta A (UVA)	320 – 400 nm
Visible	400 – 700 nm
Infrarrojo A (IRA)	700 nm– 1,4 µm
Infrarrojo B (IRB)	1,4– 3,0 µm
Infrarrojo C (IRC)	3,0 µm– 1 mm

Cuadro 1: composición del espectro solar
(tomado de Lorente, 2010):

Hay varias formas e instrumentos para medir la luz. Algunas unidades de medida conocidas como los *lux* y los *lúmenes* se utilizan en el caso de la visión del color y la sensibilidad a la luz por el ojo humano. Las plantas tienen una percepción distinta de la luz y es hoy la *radiación fotosintéticamente activa*, “PAR” por su nombre en inglés, el indicador más importante.

Radiación fotosintéticamente activa (PAR)

PAR es usada por científicos botánicos y describe la parte de la luz que es útil para el crecimiento de las plantas; se refiere básicamente al espectro de luz que va de los 400 a 700 nanómetros (nm). PAR sin embargo, NO se considera una unidad de medida, y solo señala a la luz entre 400-700 nm necesaria para fomentar la fotosíntesis en una planta.



Figura 1. Cambios en morfogénesis debidos a luz: estímulo de la floración de una planta de fresa expuesta a luz solar luego de estar sujeta a sombreado excesivo y alargamiento de entrenudos en una planta de lechuga debido a exposición a luz insuficiente (Fotos F. Marín).

Pero, concluyen los científicos, el concepto de la Radiación Fotosintéticamente Activa tiene un fallo fundamental que estriba en que las longitudes de onda por debajo de los 400 nm (en particular UV-A y UV-B) y las superiores a 700 nm (infrarrojos), son excluidas de la medición: la radiación fotosintéticamente activa asume que todos los fotones fuera de la zona no son empleados para la fotosíntesis y para la salud de las plantas.

Sin embargo, las plantas usan la luz fuera de la PAR, como la infrarroja, la cual brinda respaldo a la eficiencia fotosintética (efecto Emerson, o de activación de dos fotosistemas). La luz UV juega un papel importante en la forma y pigmentación de las plantas y en la formación de sustancias para los mecanismos de defensa, pero parece reducir la eficiencia de los fotosistemas.

Las unidades más comunes para medir PAR son PPF (Flujos de fotones fotosintéticos) y PPFD (Densidad de flujo de fotones fotosintéticos).

Flujo de fotones fotosintéticos (PPF)

PPF es la medida del total de PAR de luz emitido por una luz de cultivo y se expresa en $\mu\text{mol/s}$ (micromoles por segundo). Un micromol corresponde a 602.214.150.000.000.000 fotones (partículas de luz) y como medida, se puede aprovechar para medir cuántos fotones son emitidos por la fuente de luz cada segundo. Este es el principio de eficiencia de luces artificiales como promotoras de mejoramiento del desarrollo de cultivos vía estímulo de la fotosíntesis (actualmente con luces LED, figura 2). El PPF no expresa cuántos fotones de luz inciden sobre las plantas ya que engloba la salida total y además, debe considerarse la distancia entre la planta y el emisor, pues

entre mayor sea la distancia menor será la intensidad recibida.



Figura 2. Barra de luces LED para uso agrícola
(Foto F. Marín)

Densidad del flujo de fotones fotosintéticos (PPFD)

La PPFD por su parte, mide la cantidad de fotones de luz que son emitidos sobre un metro cuadrado cada segundo y se expresa en $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$; este valor es el número que se muestra en un medidor manual de PAR. PPFD es el valor más importante para los cultivadores, ya que muestra el nivel de luz promedio que cae sobre las plantas. Las lecturas PPFD pueden variar también según el tamaño de las luces LED de cultivo.

Pero el valor de PPFD medido en un sitio específico, no será representativo para toda el área de cultivo. Las medidas PAR individuales, por debajo de la luz de cultivo no son significativas razón por la cual es esencial medir los valores PPFD en el área de cultivo en distintos puntos, para calcular una media que ofrezca un dato fiable acerca de si la luz aplicada al cultivo es lo suficientemente

efectiva como para llevar los fotones directamente y en cantidad a las plantas. Ya que las medidas PAR/PPFD también dependen de la altura de la fuente de luz. Es importante registrar a qué distancia de la fuente de luz se tomaron las medidas.

Solamente con valores PAR sobre toda la zona de iluminación y a distintas distancias por encima del follaje, se pueden hacer comparaciones acerca de la eficiencia entre distintas calidades de luces de cultivo.

Eficiencia cuántica relativa

Tener el número PPFD, no significa que la planta crecerá de forma óptima. Las medidas PPF/PPFD, de hecho, no son precisas ya que no dan información relacionada con las intensidades de longitudes de ondas específicas.

Dos reconocidos científicos (McCree e Inada) definieron el espectro para el óptimo crecimiento, el cual muestra el efecto de la calidad de la luz en la fotosíntesis. La curva de la eficiencia cuántica relativa también se llama curva de campo de flujo fotónico (YPF por sus siglas en inglés) o a veces curva de McCree (figura 2) y es usada para referenciar el efecto de la calidad y cantidad de la luz en la fotosíntesis. La curva muestra que los fotones naranjas y rojos, entre 600 y 630 nm, promueven un 25% más de fotosíntesis que los fotones azules, entre 400 y 540 nm.

Iluminancia en lux y lúmenes

Lux y Lúmenes son medidas para determinar la percepción de la luz blanca al ojo humano y por lo tanto no tienen un gran efecto impacto sobre la fotosíntesis. Los valores en lux y lúmenes son los mejores indicadores para determinar si una oficina está bien iluminada. Los lux expresan cuánto flujo luminoso llega a un área determinada.

Un lux es el flujo luminoso de un lumen sobre un metro cuadrado de superficie horizontal.

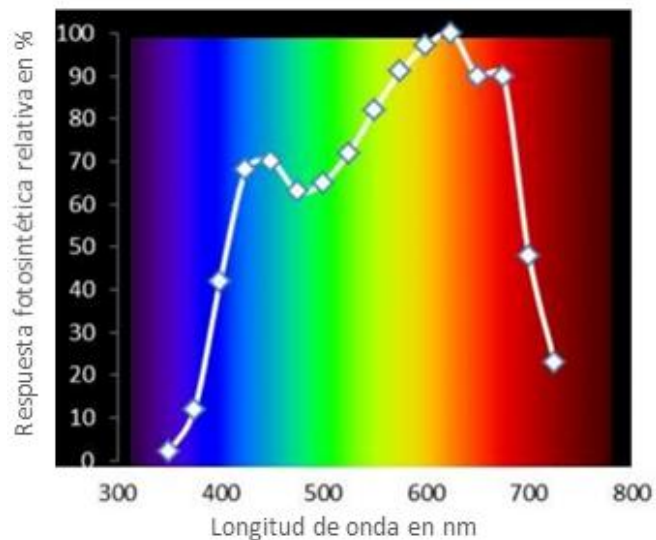


Figura 3. Curva de Mc Cree
(tomado de Bures, Urrestarazu y Kotiranta, 2018).

Por otro lado, el ojo humano es muy sensible a la luz en la zona amarilla del espectro. Así, 100 fotones de luz amarilla podrían ocasionar más respuesta que 100 fotones de luz azul o roja. Por lo tanto, estas medidas no son adecuadas para nuestros propósitos. Sin embargo, sí lo serían para describir los porcentajes de paso de luz de los distintos materiales de cerramiento. Medidas múltiples o continuas, permitirían comprobar el estado, por transmitancia, de plásticos y otros materiales de cobertura; o comprobar los valores de sombreo que se supone ofrecen las mallas y saranes.

Para ampliar sobre este tema, se recomienda la lectura del artículo:

Bures, S., Urrestarazu, M. y Kotiranta, S. 2018.
Uso de luz artificial en agricultura.

http://agricultura.buresinnova.com/docs/valoya/Iluminacion_artificial_en_agricultura-BURES-180115.pdf

LOS ALBORES DE LA INDUSTRIA 4.0

Rayner Calderón Jiménez

Carlos Fuentes Rodríguez

racald@B2B2008.onmicrosoft.com

Ingenieros Electrónicos

La Política de Estado para el Sector Agroalimentario de Costa Rica planteó en su horizonte 2021, un conjunto de pilares fundacionales y ejes estratégicos que desde un análisis sistémico, representa vencer grandes retos, así como aprovechar grandes oportunidades de las que puede valerse la sociedad del siglo XXI. Sin embargo, estos retos no pueden ser afrontados con los mismos enfoques y capacidades de tiempos donde las problemáticas actuales apenas se gestaban.

¿Cómo puede entenderse la competitividad de una industria, sin la diferenciación que facultan las personas, los procesos y las tecnologías subyacentes, cuando estos impactan el modelo de negocio, la calidad, los costes de producción o adquisición, más allá de una estrategia de precios o simple intermediación?

¿Cómo pueden entenderse la innovación y desarrollo tecnológico, sin vincular o integrar diferentes visiones a las problemáticas de la industria, donde el impulso se geste con la aplicación de modelos de triple hélice (estado - academia – empresa); exigiendo para ello, que el país se apropie mediante transferencia tecnológica, más allá del uso de las prácticas, procesos o artefactos?

¿Cómo puede entenderse la gestión territorial, sin promover desde el origen un levantamiento registral en tiempo real, que permita identificar la capacidad y diversidad

productiva por región geo-referenciada, eximiendo la respuesta a una práctica censal estacional.

¿Cómo pueden entenderse el cambio climático y la gestión agroambiental, si las unidades productivas se continúan evaluando como silos aislados, sin correlacionar los factores medioambientales y productivos que intensifican la respuesta antropogénica?

Ante este desafío, queda aprovechar las oportunidades que facultaron desarrollos tecnológicos durante el siglo XX que, mediante un nuevo ecosistema digital, ahora hiperconectado, se vale de los altos volúmenes y diversidad de datos cuya transformación permite nuevos entendimientos y cambios de paradigma en cuanto a su forma de aplicación para resolver problemas “impulsado por los datos”, facultando el aprendizaje automatizado con las tecnologías existentes (Figura1).

Es precisamente ahí donde se basa el cambio de mentalidad, y donde se hace necesario crear modelos que se centren en el resultado del negocio, no en matices que académicamente resulten curiosas.

Dicha situación resulta de completa aplicación a la industria agroalimentaria y que requiere disponer por ende de una estrategia 4.0 vinculada con la estrategia empresarial.

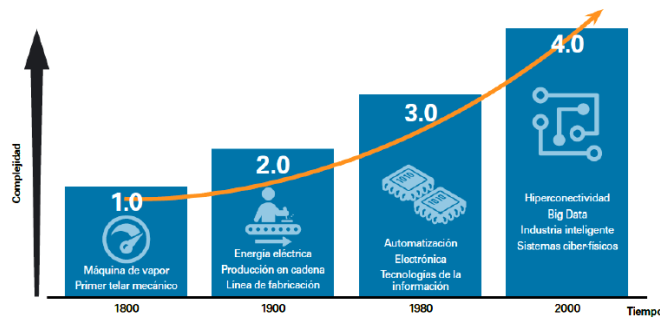


Figura 1 Industria 4.0: la Cuarta (re)evolución industrial. Según Harvard Deusto Business Review, 2017.

De la situación de conflicto al problema técnico.

Como parte de un trabajo de investigación académica orientado hacia el desarrollo empresarial en su etapa temprana, se aplicaron técnicas de diseño de proyectos que promueven respuestas para estas interrogantes; y se plantea la agrocadena como un metasistema, el cual debe ser afectado por el sistema proyecto, utilizado como caso de uso. Este caso de uso se fundamentó en un prototipo a escala de unidad de planta bajo ambiente protegido, aplicando técnicas de cultivo en medios hidropónicos¹.

Para la recolección, envío de datos y su análisis, se empleó el servicio del Sistema Solución (**CommonSense**). Contempló aspectos cardinales como mejora de la eficiencia operativa, optimización de la gestión de la cadena de valor como medio de integración vertical entre los agentes, manejo agronómico basado en Buenas Prácticas Agrícolas y la creación de nuevos modelos de negocio; así como la incorporación de prácticas de innovación desde el ecosistema para el desarrollo y gestión en red.

¹ El Sistema Solución es adaptable a la técnica de cultivo que se requiera.



Arquitectura Conceptual.

A continuación, se hace énfasis en el módulo de gestión productiva del cultivo (parametrizable), el cual se utiliza como modelo para el aprendizaje automático.

El sistema cuenta con un módulo controlador central (*encargado de la orquestación así como gestión del consumo de energía del sistema*) y nodos distribuidos, que son los que manejan directamente los sensores y actuadores sobre el medio de cultivo², mediante comunicación inalámbrica basada en el estándar 802.15.4 de IEEE en su versión de prototipo (se valoraría el uso de otros estándares según el contexto de emplazamiento de la unidad de planta). El módulo central trabaja en función *dispositivo a puerta de enlace* (vía WI-FI o cableado) para su integración a la “nube” de internet.

Su diseño y construcción modular permite flexibilidad, de modo tal que usando el mismo módulo principal pueden agregarse tantos nodos distribuidos como se necesite, hasta un máximo de 255 dispositivos finales (si no se hace uso de red mallada). En el módulo principal puede habilitarse la funcionalidad de comunicación a “la nube” para registrar y analizar datos, así como para controlar de forma remota el sistema.

Como parte de la integración a la nube, de forma opcional, se pudo contar con integración con Microsoft Azure (PaaS³), plataforma que permite desde almacenamiento de datos hasta aplicar Inteligencia de Negocios (“Business Intelligence”, BI) y el Aprendizaje de Máquina (Machine Learning).

² Se utilizaron tres subsistemas: fertirriego, climatización e iluminación

³ Acrónimo del inglés Plataforma como Servicio.

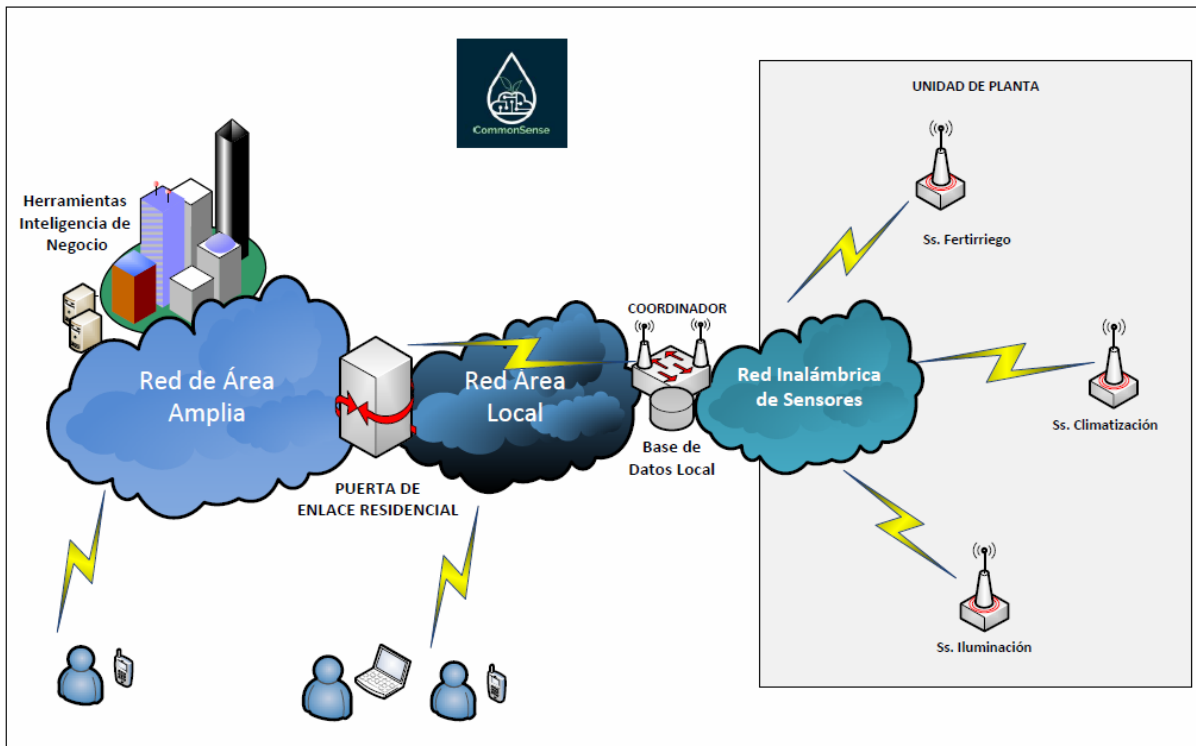


Figura 2: Arquitectura conceptual de la propuesta de solución.

Localmente se cuenta con una base de datos (Figura 2) con facilidades para hacer consultas y reportes personalizados que pueden ser usados como insumo para diversos tipos de análisis, ya sea de orden académico o comercial, considerando las facilidades de operación del prototipo estilo laboratorio o como robot asistido durante el proceso de aprendizaje para la generación de efectos contemplados en los modelos de aprendizaje de máquina.

La frecuencia con la que se escriben los registros históricos depende de la sensibilidad necesaria para el seguimiento estadístico.⁴

Tal como sucede en tantas otras áreas de conocimiento, es necesario medir las variables, que a su vez determinan los indicadores clave para la producción con el fin de aplicar correcciones y alcanzar niveles de operación óptimos.

CommonSense, en su condición actual, permite la automatización y entrenamiento por el operador para propiciar escenarios de respuesta del sistema. Con el aprendizaje de máquina lo que se busca es generalizar o inducir una regla desconocida a partir de ejemplos donde esa regla es aplicada, dejando evidencia de cada evento, e incorpora en su mapa de ruta de desarrollo las aportaciones de valor intrínsecas en la madurez analítica (Figura 3).

⁴ En pruebas mensuales de forma local se han registrado hasta más de 50,000 registros por nodo final.

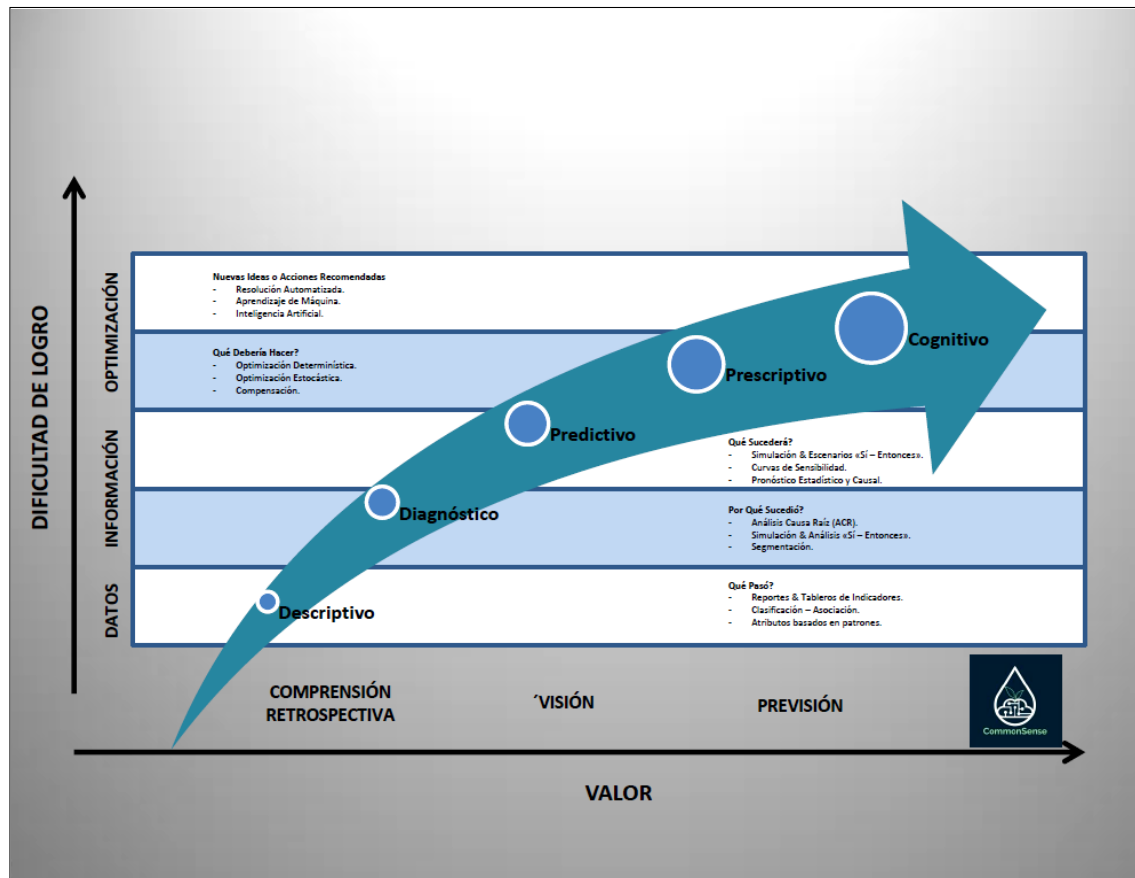


Figura 3. Lógica de desarrollo del proceso cognitivo.
Según: Logility.

Las iniciativas de la industria 4.0 requieren de un plan estratégico.

El país trazó retos con visión estratégica y ahora es cuando para iniciar una construcción sostenida y medible en la industria agroalimentaria. Con el sistema empleado se podría aportar en el alcance y planeamiento general del país, pero ello requiere de un ambiente con mentalidades abiertas para el aprendizaje, al cambio y a la experimentación. Requiere ubicar al

productor en un nuevo entorno dedicado a su negocio, analizando, e integrado en la cadena agroproductiva, al evitar los costos en la atención de tareas repetitivas y reduciendo los costos de adquisición para los clientes, además de la optimización en el uso de los factores de producción que puede integrar la Solución."

Pero sería necesario empezar con proyectos piloto, a fin de validar resultados y sistematizando los mecanismos de aprendizaje. Se podrían integrar los datos de diferentes unidades productivas, para crear modelos basados en la fuente, la calidad y confiabilidad de los datos subyacentes. Para esto es necesario también establecer objetivos que importen al negocio, su alcance y las métricas de éxito.

ALGUNAS ACTIVIDADES DEL ProNAP DURANTE ESTE BIMESTRE

Francisco Marín Thiele
framathi@costarricense.cr

ProNAP, Ministerio de Agricultura y Ganadería (Convenio CNP-MAG)

SESIÓN DE TRABAJO CON PRODUCTORAS HORTÍCOLAS DE Cariari, POCOCÍ

El proyecto de producción hortícola de las señoras de Cariari de Pococí, recibió el apoyo del grupo de trabajo mediante capacitación en la identificación de las plagas y enfermedades hortícolas de mayor importancia. Esta fase se ejecutó el anterior 3 de julio, con el apoyo de compañeros de la Universidad de Costa Rica y otros colaboradores del Programa. Dado que la zona no es típicamente hortícola, esto representa un reto importante para las productoras y por ello se compartió también la actividad con los funcionarios del MAG en la localidad, liderados por la Ing. Yendri Delgado. Se aprovechó la oportunidad para invitar a señoras de otras organizaciones.



INSTRUCCIONES DE MANEJO DE UN MÓDULO PARA SEMIESTABILACIÓN DE GANADO



Luego de haber concluido a construcción de un módulo demostrativo para estabulación temporal de ganado, se procedió a ofrecer a los productores que serán beneficiados con esta herramienta, información acerca del diseño, los materiales de construcción, el mantenimiento y los cuidados que deben tener en el manejo. El proyecto ayudará a cerca de 100 productores de las zonas altas y se originó en las necesidades de proteger los animales (vacas lecheras) ante los fuertes cambios que se vienen dando en la región. El desarrollo del proyecto está a cargo de la AEA de Turrialba, liderada por la Ing. Annie López.

CURSO BÁSICO PARA USO DE ARDUINOS EN AGRICULTURA PROTEGIDA

Se logró atender necesidades de usuarios de agricultura mediante su participación en el curso corto sobre Aplicaciones de Arduinos en Agricultura Protegida, ofrecido por el Colegio de Ingenieros Agrónomos. Los temas fueron introductorios y se abarcó desde la necesidad y potenciales que brindan los procesos de automatización, la disponibilidad



http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/estructura/oficinas/proq-nac-aprot.html

de equipos y variaciones, aspectos sobre comunicación y transmisión de datos y una pequeña demostración de programación y práctica para el uso de instrumentos. Los esfuerzos se hacen para inducir a las personas y pensar en que al agricultor, una relativamente pequeña inversión, puede liberarlo de ciertas actividades rutinarias y asegurarle una gestión más acertada o precisa.

CONFERENCIA SOBRE USOS DEL BAMBÚ



El tema fue desarrollado por el Sr. Diego Mora, un experimentado trabajador del bambú y constructor de edificaciones. Llamó la atención de diversos sectores y trató el tema de la tolerancia de este material a las condiciones de trabajo. La corta y el curado son fundamentales para lograr un material de alta capacidad estructural, se ofrecieron recomendaciones sobre la cimentación de las edificaciones y sobre las uniones de piezas y la inclusión de elementos típicos de sujeción de plásticos y mallas.

CONFERENCIA SOBRE MUESTREO Y CONTROL DE PLAGAS EN INVERNADEROS

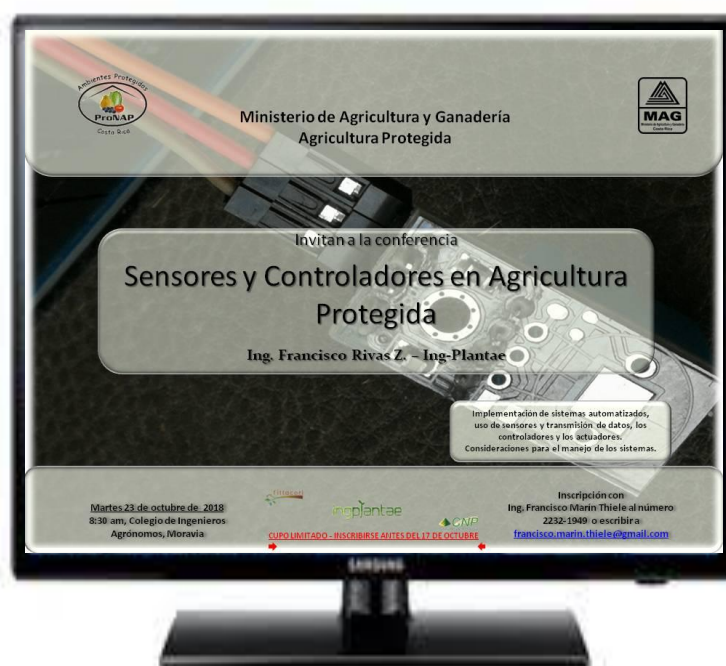
La necesidad de utilizar los recursos fitosanitarios de manera prudente y eficaz, se basa en herramientas de medición y documentación. El registro de datos y la abundante observación, deben basarse en un sistema formal de determinación de tamaño de la muestra y la ejecución de un sistema de recolección de datos (inspección). Hay una diferencia entre la presencia medible de pérdida y la ocurrencia del daño económico, de manera que los umbrales, entendidos como densidad de una plaga que permite su detección sin pérdida económica, son los elementos indicadores para la toma de decisiones. Esta fue la base de la conferencia del Dr. Julio Arias (UCR), que ofreció importantes elementos de juicio, conceptos y métodos de trabajo para este fin.



ANUNCIOS

CONFERENCIA

SENSORES Y CONTROLADORES PARA LA AGRICULTURA PROTEGIDA



La modernización de la agricultura debe ser un hecho. El uso de instrumentos que faciliten la gestión del productor es posible en diversidad de escenarios. El registro de información es la primera fase y permite dibujar el comportamiento de un fenómeno. EL registro y el análisis de datos, permite así, maniobrar en un ambiente cambiante, y hacerlo de forma automatizada puede significar la liberación del compromiso en algunas tareas para dedicar los esfuerzos a otras más importantes. El Ing. Francisco Rivas proveerá nociones de estos procesos y ofrecerá un refrescamiento acerca de la construcción de estos sistemas.

SIMPOSIO



Les invitamos al:
I SIMPOSIO INTERNACIONAL DE BAMBÚ, COSTA RICA

6, 7 Y 8 NOVIEMBRE 2018

Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), Heredia.

MAYOR INFORMACIÓN:
(506) 2277 3291 / 8783 6685 / 8833 4000
sibambucr@una.cr
www.sibambucr.com

Simposio Internacional del Bambú en Costa Rica

Organizan:

UNA, FAO, MAG, MINAE, FUNDEBAMBÚ, INBAR

La Universidad Nacional por medio de la Escuela de Ciencias Ambientales (EDECA) tiene el agrado de invitarles a participar en el I Simposio Internacional del Bambú en Costa Rica a realizarse los días 6,7 y 8 de noviembre en el Campus “Omar Dengo” en la ciudad de Heredia. Dicho Simposio se realiza en coordinación con la Fundación para el desarrollo del Bambú en Costa Rica (FUNDEBAMBÚ), La Organización de las Naciones Unidas y la Alimentación (FAO), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) e INBAR (La Red Internacional para Bambú y Ratán).

El objetivo del simposio es promover el conocimiento en los avances tecnológicos, los emprendimientos productivos, las novedades relacionadas con los procesos de transformación, comercialización, uso y cultivo del bambú, el desarrollo de la economía verde y la conformación de la cadena productiva integrada por los diferentes actores

empresariales, profesionales e investigadores relacionados con las diversas actividades propias del bambú.

Todos los detalles de esta actividad se encuentran en el sitio oficial del Simposio: <http://sibambucr.com/>

Código APB-130

Este Boletín ha sido elaborado por la Gerencia del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola en Ambientes Protegidos, adscrito al despacho del Ministro de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Pretende proveer a los usuarios información relacionada con los diversos sectores de la producción agrícola bajo ambientes protegidos. Las contribuciones son responsabilidad de sus autores y no necesariamente implican una recomendación o aplicación generalizada. Para más información, diríjase a los colaboradores o comuníquese mediante los teléfonos **(506)-2232-1949, (506)-2231-2344** extensión **166**.
Edición: Francisco Marín Thiele

