

BOLETÍN DEL PROGRAMA NACIONAL SECTORIAL DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA BAJO AMBIENTES PROTEGIDOS

Año 10 (número 59)
Jul-Ago de 2016



- 2** Validando la tecnología de producción de forraje verde hidropónico con maíz. II. Exploración del proceso de preparatorio del grano/ semilla.
- 7** Validando la tecnología de producción de forraje verde hidropónico con maíz. III. Comparación con sorgo.
- 12** Algunas actividades del ProNAP
- 13** ANUNCIOS:
 - a) Libro y brochures
 - b) Curso Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia
 - c) Uso eficiente del riego y la nutrición en agricultura protegida
 - d) Cultivo de culantro coyote en hidroponía y
 - e) Dinámica del agua y nutrientes en sistemas hidropónicos



VALIDANDO LA TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO CON MAÍZ

II. Exploración del proceso de preparatorio del grano/semilla.

Francisco Marín Thiele
framathi@costarricense.cr

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

Alexander Salazar Campos, estudiante de Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica
Alejandro Acuña Gutiérrez, estudiante de Economía Agrícola, Universidad de Costa Rica

Con la participación del ProNAP, la Universidad Técnica Nacional, la Universidad de Costa Rica y el apoyo de la fundación FITTACORI, se desarrolla un proceso de validación de la tecnología de producción de forraje verde hidropónico a base de maíz, con la finalidad de proponer formalmente acciones que conlleven la evaluación y promoción de este sistema para ofrecer al productor nacional una alternativa suplementaria de alimentación animal, en periodos de restricción alimentaria, mediante diferentes estrategias de transferencia (Marín y Torres, 2016).

La desinfección y la pre-germinación de las semillas de maíz, son de las principales facetas del proceso de producción de FHV. La literatura es muy variada en cuanto los tiempos de inmersión y los procesos de desinfección. Se han propuesto varias opciones, entre ellas 24 horas en una inmersión continua (Aguirre et al., 2014, Rivera et al., 2010; Mora, 2009), hasta 36 horas (Cultivares), con variaciones de 18 hasta 24 horas (Cordes et al., s.f.; Vargas-Rodríguez, 2008) y la referencia de FAO (2001) de dos ciclos de 12 horas separados por una hora de aireación) que parece ser la de uso más frecuente. En un ensayo preliminar para determinar las necesidades de semilla por

metro cuadrado, Marín y Torres (2016) emplearon ciclos de 8 y 6 horas separados por una hora de aireación, con base en la posibilidad de reducir los periodos de exposición.

Para la desinfección de la semilla se han empleado hipoclorito comercial al 1 %, cal y varios fungicidas (Centro Regional de Capacitación en Cuencas, s.f.; Pérez, s.f.; varios autores mencionados por Méndez et al., 2008); las respuestas son variadas.

Dadas las anteriores inquietudes, se hizo una valoración exploratoria para reducir los tiempos de inmersión y facilitar los horarios de trabajo para el productor, así como incorporar la aplicación de un fungicida de origen orgánico y corto periodo de carencia. Esto a fin de orientar una futura investigación sistémica sobre el tema en nuestro país y determinar algunas aristas del sistema de trabajo que podrían ser de atención por parte del productor.

Materiales y métodos

Se utilizó el maíz amarillo adquirido a un productor de Aranjuez, Provincia de Puntarenas. La semilla es producida para

propia producción de elotes y fue cosechada en enero de 2016. El productor la almacenó en una bodega en sacos de polipropileno, sin tratamientos químicos protectores.

Se establecieron dos ensayos con ajustes en los dos tiempos de inmersión y de aireación. En el primero, no se empleó fungicida alguno y el mejor de los tratamientos fue empleado en el segundo ensayo.

Los granos/semilla fueron seleccionados para eliminar granos en mal estado e impurezas; fueron pesados, lavados y sometidos a inmersiones en agua con 50g/L de cal por distintos periodos, separados por 1-3 horas de aireación. Luego de cumplir el periodo de imbibición, se colocaron, en una sola capa, en platos plásticos desechables, sobre 3 hojas de papel toalla y cubiertos por otra hoja, con un pequeño separador. Se colocaron en una cámara oscura por seis días, con observaciones diarias y adicionando agua para mantener saturadas las toallas de papel (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Granos en proceso de germinación, sobre papel húmedo.

Transcurrido el periodo de germinación, se evaluaron tres indicadores: el

porcentaje de germinación, el peso de la semilla embebida y la altura modal de las plantitas.

Se emplearon para cada tratamiento cien semillas y cinco repeticiones. Los ensayos se realizaron como un sistema de bloques completos al azar y los resultados se analizaron con el programa INFOSTAT versión 2016e, mediante la prueba de Tuckey ajustada al 95%.

Resultados y discusión

Ensayo 1

En el Cuadro 1 se anotan los tratamientos ejecutados y los resultados de la evaluación de indicadores.

Se evidencia un comportamiento estable en el lote de semillas y el no-efecto de distintos periodos de inmersión y aireación, al no existir diferencias significativas en el porcentaje de germinación ni en el peso del grano germinado. Sin embargo, se dieron diferencias estadísticamente distintas en la altura de las plantas (Figura 3), lo cual sugiere un efecto de los tratamientos. Los tratamientos 1 y 2 fueron los que expresaron el menor crecimiento, en comparación con el tratamiento 7, el de mayor crecimiento, que los superó por más de 1 cm. Los otros se encuentran en un grupo intermedio de significancia. Para esa variable al parecer, no existe relación con el tiempo total de inmersión de 16 horas o con el tiempo intermedio de aireación, pues el tratamiento 7 apenas se separa ligeramente de los tratamientos 4 (también con 16 horas de inmersión) y con el 6 (con una hora menos de inmersión pero con el mismo tiempo de aireación).

Es importante indicar que periodos de 24 y 18 horas, sí podrían ser evitados y por tanto representarían una ganancia de tiempo para el productor.

Cuadro 1. Respuesta del grano expuesto a distintos periodos de inmersión y aireación (ensayo I: sin fungicida).

Trat	Inmersión I (horas)	Aireación (horas)	Inmersión II (horas)	TTI *	% de germinación ¹	Peso grano germinado (g) ¹	Altura de planta (cm) ¹
1**	12	1	12	24	91,60 a	56,43 a	4,30 a
2	10	1	8	18	94,60 a	53,52 a	4,10 a
3	11	1	8	18	89,40 a	55,91 a	4,60 ab
4	10	2	6	16	89,20 a	57,88 a	5,20 ab
5	11	2	6	17	92,40 a	59,09 a	5,20 ab
6	10	3	5	15	90,00 a	55,91 a	5,00 ab
7	11	3	5	16	90,20 a	59,32 a	5,50 b

*Tiempo total de inmersión

**referencia de FAO, 2001.

1: Valores con letras iguales no difieren significativamente entre sí, según prueba de Tuckey a 0,05.



Figura 2. Condiciones de pre-germinación del grano/semilla; 22-31°C y 67-100% HR

Durante el ensayo se observaron diversos crecimientos fungosos en los granos. Por lo general (no cuantificado), pareciera no haber efecto directo sobre la germinación y el desarrollo pues se observó un crecimiento normal. Muestras enviadas al laboratorio solamente establecieron la presencia de *Penicillium sp.* (Figura 4).



Figura 3. Medición de la altura de los germinados.

Ensayo 2

Un día después de evaluado el ensayo 1, se procedió a implementar el segundo experimento, empleando el mejor tratamiento del primero. Sin embargo, se varió ligeramente la metodología, en tanto se aplicó un fungicida orgánico, dada la presencia de granos con micelio; se utilizó el TCMTB 31,5 CE (Butrol) en razón de 2,5 mL/L en una aplicación por inmersión durante 1 minuto, al terminar la segunda fase de imbibición. Otra variante fue fijar en 9 horas (salvo en el tratamiento 1) el tiempo de la segunda

inmersión, a fin de hacerla práctica como “noche en remojo”. En el Cuadro 2 describe los tratamientos y resultados obtenidos.

Era de esperar una respuesta igual de los granos/semilla en cuanto a la germinación y el peso de los granos germinados. Así, no hubo diferencia significativa entre tratamientos, aunque se observó un menor porcentaje de germinación que en el ensayo 1, al igual que un mayor peso del grano germinado, lo cual implicaría posible efecto del fungicida y mejor capacidad de absorción de agua. Finalmente, los valores de altura de planta superaron en más del 50 % en promedio, a los del primer ensayo.

Cuadro 2. Respuesta del grano expuesto a distintos periodos de inmersión y aireación (ensayo II: con fungicida y periodo de inmersión fijo).

Trat	Inmersión I (horas)	Aireación (horas)	Inmersión II (horas)	TTI *	% de germinación ¹	Peso grano germinado (g) ¹	Altura de planta (cm) ¹
1**	11	3	5	16	82,00 a	68,52 a	7,00 a
2	6	2	9	15	84,60 a	69,88 a	8,40 ab
3	6	3	9	15	87,60 a	71,19 a	8,70 b
4	5	2	9	14	88,40 a	72,66 a	8,20 ab
5	5	3	9	14	81,60 a	71,08 a	7,70 ab
6	4	2	9	13	86,80 a	69,85 a	8,00 ab
7	4	3	9	13	86,80 a	71,27 a	7,80 ab

* Tiempo total de inmersión

** mejor tratamiento del ensayo 1

1: Valores con letras iguales no difieren significativamente entre sí, según prueba de Tuckey a 0,05.

En este caso, las diferencias se presentaron entre los tratamientos 1 y 3, respectivamente el de mayor y menor crecimiento. Los demás tratamientos en un grupo intermedio de significancia. Al igual que en el ensayo anterior, se observó que el tiempo total no define al mejor tratamiento y más bien podría deberse a alguna combinación de tiempos de inmersión, pues entre ambos no hubo diferencia en el tiempo de aireación. Sin embargo, hay coincidencia con el primer ensayo en que un mayor tiempo de aireación, podría favorecer el crecimiento.



Figura 4. Micelio desarrollado durante la germinación.

También se debe considerar el apoyo del fungicida, que tal vez inhibió acciones negativas de los patógenos sobre el crecimiento de los órganos vegetales. La apariencia general de los tratamientos fue de mayor sanidad, aunque no se evaluó la cantidad de granos con crecimiento de hongos.

Conclusiones

No fue objeto de las pruebas, evaluar una combinación específica de factores, razón por la cual tampoco se realizaron análisis de interacción de variables. Se demuestra sin

embargo una tendencia hacia la necesidad de aplicar tiempos totales de inmersión más reducidos, y aumentos en el tiempo de aireación, como factores que podrían mejorar el crecimiento de las plantitas mediante una mayor capacidad de activación de procesos enzimáticos y de ganancia de agua (Méndez y colaboradores, 2008). Se observó también una tendencia hacia inmersiones más cortas en el primer periodo pero más extendidas en el segundo.

En cuanto a los efectos del fungicida, es menester incorporar una propuesta dentro del proceso, pues aunque la germinación podría haberse visto reducida por efecto de la aplicación, fue notorio un mayor crecimiento de las plantas, lo que podría deberse a una menor interferencia de los patógenos en el desarrollo. La acción de fungicidas ha sido errática en su efecto sobre la germinación, según mencionaron Méndez y colaboradores (2008).

Así, se estima que debe ampliarse la investigación tratando tiempos menores en la

primera imbibición y menores en la segunda, junto con aumento en el periodo intermedio de aireación. Esto debe combinarse con el efecto del fungicida, sobre el resultado final en la potenciación de los rendimientos de la semilla como pasto. La atención de un adecuado protocolo de imbibición es imprescindible para el proceso, tal que se puede mostrar con facilidad a los productores el contraste con cortos periodos de inmersión (datos adicionales no se muestran).

Agradecimiento

Debe expresarse un agradecimiento por el apoyo que ofrecieron el Ingeniero Marlon Retana, funcionario del programa de Hortalizas de la Estación Experimental Fabio Baudrit, así como las Ingenieras Cristina Rodríguez y Vanesa Villalobos, funcionarias de la Escuela de Economía Agrícola; en ambos casos de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Costa Rica.

Literatura citada

- AGUIRRE, J. *et al.* 2014. Producción de forraje verde hidropónico (FVH). INIA, Chile. Recuperado en agosto de 2016 de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/05/Producci%C3%B3n-de-forraje-verde-hidrop%C3%B3nico.pdf>
- CENTRO REGIONAL DE CAPACITACIÓN EN CUENCAS. S.F. Producción de forraje verde hidropónico. Recuperado en agosto de 2016 de <http://fcn.uaq.mx/crcr/docs/ForrajeHidroponico.pdf>
- CORDES, E. *et al.* S.f. Desarrollo de la producción de forraje verde hidropónico (FVH). INTA (Argentina). Recuperado en agosto de 2016 de http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_protocolo_de_forraje_hidroponico_pret_noroeste.pdf
- FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2001. Manual técnico: forraje verde hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Chile. 55 p.
- MARIN, F. y TORRES, M. 2016. Validando la tecnología de producción de forraje verde hidropónico con maíz. I. Cantidad de semilla. Boletín del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola bajo Ambiente Protegido 10(58):9-11.
- MENDEZ, J.R.; MERAZO, J.F. y MONTAÑO, N.J. 2008. Relación entre la tasa de imbibición y el porcentaje de germinación en semillas de maíz (*Zea mays* L.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Mill.). Revista UDO Agrícola 8(1):61-66.
- MORA, C.E. 2010. Evaluación del uso de forraje verde hidropónico (FVH) sobre la producción e leche de vacas en pastoreo. TESIS, Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica (San Carlos). 58 p.
- PÉREZ, R. s.f. Evaluación de materiales genéticos de maíz para la producción de forraje verde hidropónico en Oaxaca. México. Recuperado en agosto de 2016 de http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/101.pdf
- RIVERA, *et al.* 2010. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. Zootecnia Tropical. 28(1):33-41.
- VARGAS-RODRIGUEZ, C.F. 2008. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía Mesoamericana 19(2):233-240.

VALIDANDO LA TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO CON MAÍZ

III. Comparación con sorgo.

Marvin Torres Hernández

mtorres@utn.ac.cr

Departamento de Investigaciones, Universidad Técnica Nacional, Alajuela, Costa Rica

Francisco Marín Thiele

framathi@costarricense.cr

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

Carolina Ramírez Víquez

Estudiante, Facultad de Ciencias Agroalimentaria, Universidad de Costa Rica

Dentro del esquema de trabajo conjunto ProNAP - Universidad Técnica Nacional - Universidad de Costa Rica y el apoyo de la fundación FITTACORI, se desarrolla este proceso de validación de la tecnología de producción de forraje verde hidropónico para proponer formalmente acciones que permitan claridad en tanto la aplicación de este sistema para ofrecer al productor nacional una alternativa suplementaria de alimentación animal, en periodos de restricción alimentaria, mediante diferentes estrategias de transferencia (Marín y Torres, 2016).

Una de las etapas propuestas para determinar la especie idónea, planteó la posibilidad de realizar comparaciones entre maíz, sorgo negro y avena (Torres, 2015).

Durante la gestión de compra de semillas, se dieron diversos contratiempos relacionados con disponibilidad inmediata, variedad de especies y costos. Fue así como se logró ubicar solamente semilla de sorgo negro (*Sorghum bicolor*) y maíz (*Zea mays*).

Este hecho reflejó la practicidad en el uso de las semillas y, pese a que en el caso de maíz se empleó semilla certificada para fines de referencia, se demostró también la

facilidad de obtención y apropiada calidad del material que desarrollan los productores.

Materiales y método

Para el análisis comparativo de desarrollo y calidad del forraje, se empleó semilla certificada de maíz (Diamantes 8843, germinación mínima 85% y pureza 98 %), cuyo proveedor fue el Consejo Nacional de Producción, Planta de Semillas Barranca, Provincia de Puntarenas.

El sorgo Sudán Híbrido var. Samosal 3BMR (germinación mínima de 85 % y pureza de 98%), fue adquirido a la empresa Dos Pinos, provincia de Alajuela.

Las semillas fueron seleccionadas para eliminar granos en mal estado e impurezas; pesadas, lavadas y sometidas a inmersiones en agua por dos periodos de 12 horas separados por un periodo de una hora para aireación, siguiendo las recomendaciones generales de la literatura (FAO, 2001). Luego de cumplir el periodo de imbibición, las semillas fueron tratadas con una solución de hipoclorito de sodio a 600 ppm, en una inmersión por 5 minutos.

De seguido, fueron colocadas en una cámara oscura de germinación en bandejas de $0,61 \text{ m}^2$ y empleando una densidad relativa de 3 Kg/m^2 de semilla seca. Fueron cubiertas con toallas de papel que durante tres días se mantuvieron con humedad suficiente para evitar desecación (Figura 1).

Transcurrido ese tiempo, fueron trasladadas al módulo de producción para el respectivo desarrollo de las plantas (Figura 2). En el módulo, localizado dentro del invernadero de la Estación Experimental Fabio Baudrit (Universidad de Costa Rica, Provincia de Alajuela, 840 *msm*), las plantas estuvieron expuestas a temperatura de 25,2 a 38,8 C y humedad relativa de 32,3 a 79,1 %; se contó con un sombreado de 40 % mediante malla verde de tejido tipo Raschel.



Figura 1. Granos en proceso de germinación en cámara oscura.



Figura 2. Bandejas con grano germinado expuestas a condición de desarrollo.

El tiempo de desarrollo fue de trece días contados a partir del momento de la salida de las bandejas de la cámara oscura. El riego se hizo en aplicaciones cada 15 minutos y con una duración de 15 y 10 segundos. Se empleó para ello agua, con excepción de los días 4-10 durante los que se aplicó una solución nutritiva básica (estándar) para hidroponía.

Al finalizar el período de desarrollo, se cosechó una muestra del centro de las bandejas, de 400 g de las cinco repeticiones, hasta completar una muestra compuesta de 2 Kg. Fue procesada en el laboratorio del Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA) de la Universidad de Costa Rica, para determinación de algunos indicadores bromatológicos. Una muestra adicional fue colocada en bolsas de papel y secada a 60 C por 4 días en una estufa de la Estación Experimental, para calcular el contenido de materia seca.

Tanto la colocación de las bandejas en cámara oscura como en el módulo para desarrollo de forraje, se realizó en un diseño de bloques completos al azar, con el tipo de semilla como tratamiento, y cinco repeticiones, en cinco distintos niveles (alturas). Los resultados se analizaron mediante el programa Infostat, aplicando la prueba de LSD Fisher a $p > 95 \%$.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se anotan los resultados de la producción de ambas especies vegetales. Se evidencia una diferencia a favor del sorgo en tanto altura de planta y el porcentaje de materia seca; sin embargo, el contenido de materia seca por metro cuadrado no difirió significativamente entre ambas especies, lo cual se debería a una mayor productividad en materia fresca en el caso del maíz.

Cuadro 1. Productividad general de forraje fresco y materia seca en maíz y sorgo de semilla técnica*.

Especie	Respuesta			
	Altura (cm)	%MS	PF (kg/m ²)	MS (kg/m ²)
Maíz	17,7 a	5,3 a	20 a	1,06 a
Sorgo	19,9 b	9,5 b	11,5 b	1,07 a

*Datos con la misma letra no difieren significativamente entre sí según la prueba de LSD Fisher (para $p > 95\%$).



Figura 3. A la izquierda germinado de maíz; a la derecha de sorgo; ambos con una edad de 5 días.

En cuanto desarrollo, puede señalarse que el sorgo presentó un crecimiento más rápido y una mejor cobertura inicial, debido tal vez a calidad y menor tamaño (mayor número) de las semillas (Figura 3). Pese a ello, el maíz presentó mayor producción de materia fresca. Los respectivos tapetes se pueden apreciar en la figura 4.

Cuadro 2. Resultados de análisis bromatológico para maíz y sorgo con base en semilla técnica (CINA-UCR).

Especie	Respuesta					
	Proteína Cruda ¹	Extracto etéreo ¹	Cenizas ¹	FDN ¹	FDA ¹	Selenio ²
Maíz	26,72	5,9	5,41	44	25,9	4963
Sorgo	18,78	9,8	3,78	39,9	18,3	5935

1. En porcentaje 2. En µg por kilogramo

En otro sentido, las variables del análisis bromatológico permitieron determinar una similitud entre ambas especies (Cuadro 2).

El maíz superó en términos absolutos al sorgo en el contenido de proteína cruda, cenizas y derivados de carbohidratos según las pruebas de detergente neutro y ácido. El sorgo fue superior en contenido de selenio y la fracción lipídica.



Figura 4. Tapetes de forraje en el momento de cosecha; de maíz (arriba) y sorgo (abajo).

Existe cantidad de literatura que presenta información sobre ello, con datos obtenidos con procedimientos y en condiciones diversas por ejemplo. Así, el criterio experto en relación con la capacidad nutricional, permitió compilar diversos eventos y señalar buenos resultados para ambas especies, mejor aún para maíz. Se permite anotar que:

a) los valores de proteína en este ensayo, superan los contenidos encontrados en gramíneas tropicales, que por lo general alcanzan valores de 10-12 %,

b) el maíz forrajero cultivado en campo contiene 1,2-1,8 % de extracto etéreo, lo cual imprime a estos forrajes hidropónicos un elevado contenido de grasa, que aportará energía. (Castillo *et al.*, 2009),

c) hay un apreciable contenido de minerales disponibles; como referencia, el sorgo forrajero a 90 días de cosecha, alcanza un valor de 8,29 % (Alpizar *et al.*, 2014),

d) la FND se presenta como una relación inversa con digestibilidad; los actuales datos son bajos pues en pastos tropicales es común encontrar un valor de 55-60 %,

e) es importante considerar el nivel de inclusión de este alimento en la dieta de rumiantes, que requiere un mínimo de 200 a 300 µg por kilogramo de materia seca (Wu, 1994), pues el pasto hidropónico presentó una concentración elevada de selenio.

A modo de ejercicio se realizó una valoración preliminar de costos, considerando solamente el factor semilla (el resto como costo fijo), en la cual se incluyó una línea que supone rendimientos similares (experiencias paralelas así lo revelan) para grano empleado como semilla y proveniente de manos de un productor que no aplica el debido protocolo para certificación (Cuadro 3). Fue posible determinar que la producción de forraje es más eficiente en maíz que en sorgo, con proporciones de semilla:forraje de 1:6,7 y 1:3,8 respectivamente. Sin embargo, el costo de la semilla técnica (certificada, tratada) genera diferencias importantes en el costo relativo de la materia fresca y al emplear maíz de grano, esa relación se mejora de manera sustantiva.

En materia seca, se evidencia que en ambas especies el costo es más que el doble que el precio de su semilla, pero que en el caso de maíz de grano, es apenas de un tercio del valor del grano/semilla; esto mismo podría suceder con sorgo en ese ámbito de origen de semilla.

En otro sentido, a un precio de 391 colones por kilogramo de grano/semilla del productor, el costo de la proteína sería de cerca de 5 % que el del sorgo y alrededor del 20 % del costo de la proteína generada con semilla certificada de maíz.

Conclusiones

Hay clara evidencia del potencial de emplear maíz para producción de forraje verde hidropónico. Su productividad, sus cualidades bromatológicas y la facilidad de adquisición de grano/semilla de esta especie, le imprimen esas capacidades.

El precio de la semilla y su naturaleza (origen), son elementos que se encuentran bajo estudio en trabajos paralelos, tal que con sus resultados, se podrá fortalecer este proceso de validación.

Los estudios de costo integral, son también elementos que se encuentran en desarrollo. Dentro de esto, la experiencia muestra además la necesidad de profundizar en el análisis de costos en función de los indicadores de calidad y en relación con la

Cuadro 3. Costo relativo de cada kilogramo de materia fresca, materia seca y proteína

Material ¹	Costo				
	/Kg de semilla ²	/Kg M. Fresca ³	Semilla : M. Fresca	/Kg M. Seca	/Kg proteína
Sorgo (técnica)	₡3.214,30	₡838,51	1 : 3,8	₡8.826,42	₡4.464,91
Maíz (técnica)	₡2.086,95	₡313,04	1 : 6,7	₡5.906,41	₡1.172,40
Maíz (genérica)	₡391,30	₡58,69	1 : 6,7	₡110,73	₡219,81

1. Semilla técnica se refiere a que posee proceso de certificación o mejora dirigida. La genérica es producida libremente por el productor.

2. Precio de la semilla de acuerdo con el momento de compra.

3. Forraje.

eficiencia de producción por área. Los efectos de las calidades y los costos de las fuentes de semilla, se verán una vez se cuente con más información de respaldo.

A esto se suma la necesidad de mejorar el sistema en términos que permitan establecer patrones que sirvan para comparar la calidad de los insumos y alternativas metodológicas para mejora del proceso. De manera semejante, habrá implicaciones en el formato de uso para la construcción de dietas balanceadas.

Agradecimiento

Debe expresarse un agradecimiento por el apoyo ofrecido por el Ingeniero Freddy Soto Bravo, así como al Técnico Julio Vega, ambos colaboradores del programa de Hortalizas de la Estación Experimental Fabio Baudrit (UCR).

También debe reconocerse el apoyo brindado por el Ingeniero Andrés Alpízar, miembro de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar de la Universidad Nacional, por el aporte técnico y la revisión del documento.

Literatura citada

- ALPÍZAR, A; MARÍA ISABEL CAMACHO, C. SÁENZ, M. E. CAMPOS, J. ARECE Y M. ESPERANCE. 2014. Efecto de la inclusión de diferentes niveles de morera (*Morus alba*) en la calidad nutricional de ensilajes de sorgo (*Sorghum alnum*). Pastos y Forrajes 37(1):55-60.
- CASTILLO, M; ROJAS, A Y WING-CHING, R. 2009. Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con Vigna (*Vigna radiata*). Agronomía Costarricense 33(1):133-146.
- FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2001. Manual técnico: forraje verde hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Chile. 55 p.
- MARIN, F. y TORRES, M. 2016. Validando la tecnología de producción de forraje verde hidropónico con maíz. I. Cantidad de semilla. Boletín del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola bajo Ambiente Protegido 10(58):9-11.
- TORRES, M. 2015. Estudio de pre-factibilidad técnica y económica de la producción de forraje verde hidropónico, como alternativa complementaria en la alimentación animal. Propuesta actualizada de investigación FITTACORI F-07-15. Costa Rica. 24 p.
- WU, L. 1994. Selenium accumulation and colonization of plants in soils with elevated selenium and salinity. En: Frankberger WT & Benson S. Selenium in the Environment, Marcel Dekker Inc, pp 236-279.

ALGUNAS ACTIVIDADES DEL ProNAP

Francisco Marín Thiele

framathi@costarricense.cr

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

APOYO A PROVEEDORES DE HORTIFRUTI

El 19 de julio y atendiendo la solicitud de algunos colaboradores de la empresa Hortifruti, se ofreció a proveedores hortícolas, información relacionada con los principios que rigen la agricultura protegida, la importancia de implementar procesos de mejora en la eficiencia de los recursos y las distintas propuestas tecnológicas existentes. Esto con el objetivo de mejorar la percepción del sistema productivo. Atendieron la actividad 15 personas.

CONFERENCIAS SOBRE INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS PARA AGRICULTURA PROTEGIDA Y CASAS DE SOMBRA

En atención al plan de capacitación y transferencia que realiza el ProNAP, se desarrolló una doble actividad en la Dirección Regional Central Oriental (en Cartago), que consistió en ofrecer dos conferencias en temas que fueran señalados de interés. La primera, fue sobre instrumentos científicos que se emplean para agricultura protegida. Contó con el apoyo de las empresas Campbell Scientific y LaPACA, cuyos gerentes, los Ingenieros Ricardo Aguilar y Álvaro Arias, encabezaron el proceso con su presencia y experiencias. Se observaron diferentes instrumentos y sensores, además de proyectar el uso de nuevos equipos para agricultura de precisión.



Posteriormente, se el ingeniero Guillermo Murillo (FAO), ofreció una conferencia sobre las experiencias de la implementación de un proyecto de casas de sombra en la Región Brunca, cuyo objetivo fue reducir la pobreza, mejorar la dieta y ofrecer oportunidades de ingresos adicionales a familias de escasos recursos. Hay interés en la zona de incorporar esta tecnología de bajo costo.

Estas acciones se desarrollaron el 27 de julio y estaba orientada hacia técnicos institucionales del MAG principalmente, aunque se tuvo la dicha de contar con varios productores; en total asistieron 24 personas.

PRESENTACIÓN AL EQUIPO DE CASAS DE SOMBRA EN LA REGIÓN CHOROTEGA

En 29 de julio, se ofreció una presentación al equipo regional que sobre agricultura protegida desarrolla el tema de casas de sombra. Participan en él la FAO, el CNP, el IMAS, el INDER, el MAG, el MIDEPLAN y el INTA, y se espera puedan acercarse otras instituciones. Luego de una primera aproximación al grupo, en el cual ahora se participa de forma regular, se hizo referencia al estado y alcances de esta tecnología en Costa Rica, a fin de ampliar los horizontes para discusión; además se ofreció material impreso para referencia.

ATENCIÓN DE LOS MINISTROS DE AGRICULTURA DE SANTA LUCIA Y PARAGUAY

En razón de diversas actividades desarrolladas en el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, durante la cuarta semana de agosto se facilitó información a dos Ministros del Sector de Agricultura interesados en conocer sobre el desarrollo de la agricultura protegida en Costa Rica. Al señor Hon. Ezechiel Joseph, Ministro del ramo en Santa Lucía, se le brindó información sobre el estado general de la tecnología, algunos detalles sobre su aplicación, y se expusieron las ventajas de implementar esta tecnología.

También se acompañó al señor Hon. Ing. Juan C. Baruja, Ministro en Paraguay (en la imagen), quien junto con representantes del IICA, tuvo la oportunidad de visitar algunos sistemas de producción, tanto de alta tecnología como de baja escala. Hubo interés en los diferentes sistemas y se realizaron consideraciones para posible aplicación.



CHARLA A ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

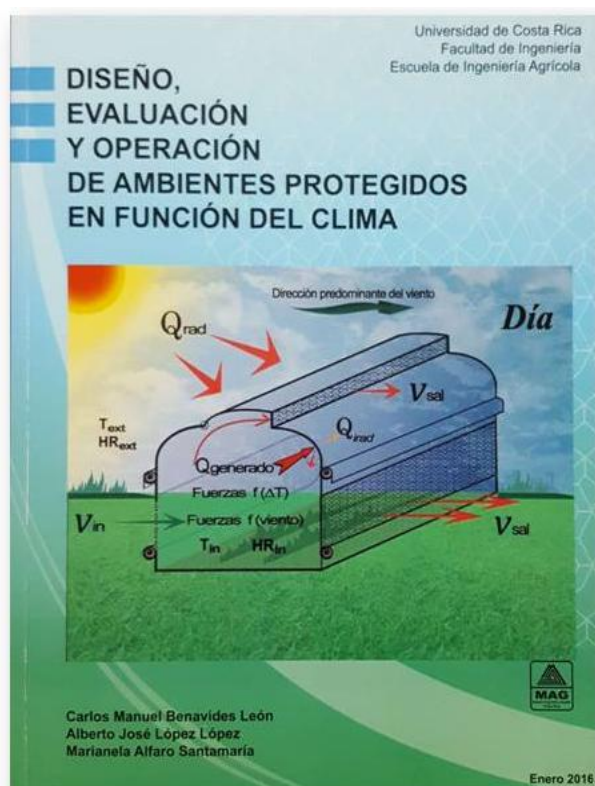
Los estudiantes a cargo del Profesor Juan R. Mora, recibieron la charla de inducción que este Programa ofrece a las Universidades. La situación general, ventajas y desventajas, errores comunes, proyectos y casos, productos de consulta y acceso a información, fueron conocidos por las diez personas que asistieron a la actividad.

ANUNCIOS

Documentos disponibles

Se han elaborado nuevos materiales para estudio y transferencia, con el aporte que FITTACORI ha ofrecido para diferentes proyectos.

El primero es el resultado del trabajo de los Ingenieros Carlos Benavides León, Alberto López López y Marianela Alfaro Santamaría, colaboradores de la Universidad de Costa Rica, y de este Programa, mediante el proyecto F-20-14.



El esfuerzo de los autores por incorporar los resultados de sus recientes investigaciones de carácter aplicado, así como de transmitir los elementos técnicos aquí tratados, resulta en una primera propuesta especialmente útil para quienes se enfocan o enfocarán en el diseño e implementación de proyectos, al crear inquietudes, promover el estudio y, particularmente, considerar la consulta prudente como una necesidad.

Aunque la información suministrada puede no aplicarse a todos los perfiles tecnológicos de la agricultura protegida, los conceptos y principios desarrollados dan la oportunidad para entender y explicar lo que sucede bajo diversas condiciones de producción. Las generalidades de la sicrometría se ilustran, y se pretende que sean utilizadas como herramientas fundamentales para captar los pormenores del flujo de energía tanto entrante como saliente, del sistema

Está construido en seis capítulos: Aspectos Generales sobre Ambientes Protegidos, Psicrometría en Invernaderos, Respuesta Climática de la Instalación, Equipos de Medición y Análisis de Variables Climáticas, Métodos de Control del Clima en Agricultura Protegida y Aplicaciones.

El documento se encuentra disponible en las Agencias de Extensión Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería, donde podría ser consultado. También se encuentra en las oficinas de FITTACORI, en el edificio central del MAG en Sabana.

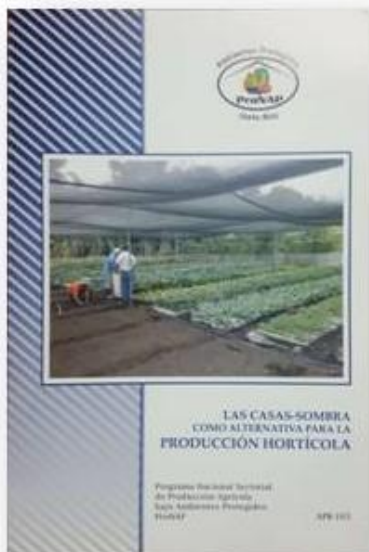
También hay dos nuevos brochures que en próximas semanas se estarían enviando a los enlaces del ProNAP en cada Región.

Uno de ellos es parte de una serie de cortas publicaciones que buscan incorporar mejoras en los sistemas de producción de plántulas. En este caso, el ingeniero Carlos Méndez Soto (UCR) elaboró información acerca de ***¿Cómo evaluar la calidad de los almácigos hortícolas?***

El contenido permite conocer los factores que inciden sobre la calidad de las plántulas y el concepto de sistema como necesaria relación de eventos. Los componentes se separan en calidad genética, fitosanitaria y hortícola.

Esta última se detalla en cuanto las variables cualitativas y cuantitativas, que se enlistan como herramientas para valoración.

Se trata también el tema de la calidad del adobe, de elevada importancia en cuanto la capacidad de respuesta de las plantas en su nuevo ambiente.



Uno más fue elaborado por los Ingenieros Guillermo Murillo Segura (de FAO) y Francisco Marín Thiele (de ProNAP), y resume diversidad de elementos relacionados con la construcción de casas de sombra o casa-sombra.

Incluye una descripción del sistema productivo, que ha sido ensayado con éxito en otras partes del país y pretende cubrir a más beneficiarios, mediante la participación de diversas instituciones.

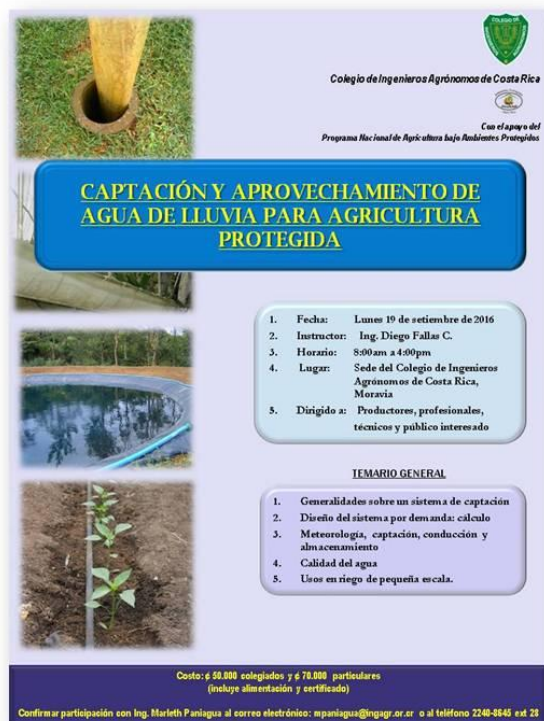
Se definen sus componentes así como los principales materiales requeridos. Y se hace una descripción del proceso constructivo, que abarca desde la selección del terreno hasta la preparación del sistema para cultivar.

Es una forma de facilitar la producción de hortalizas en localidades con problemas de exceso de radiación y genera alternativas de mejoramiento del ingreso familiar, bajo un mecanismo de bajo costo y reducido gasto de agua.

Actividades de capacitación

CURSO CORTO

CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA



Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica
 Con el apoyo del
 Programa Nacional de Agricultura bajo Ambientes Protegidos

CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA AGRICULTURA PROTEGIDA

1. Fecha: Lunes 19 de setiembre de 2016
2. Instructor: Ing. Diego Fallas C.
3. Horario: 8:00am a 4:00pm
4. Lugar: Sede del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, Moravia
5. Dirigido a: Productores, profesionales, técnicos y público interesado

TEMARIO GENERAL

1. Generalidades sobre un sistema de captación
2. Diseño del sistema por demanda: cálculo
3. Meteorología, captación, conducción y almacenamiento
4. Calidad del agua
5. Usos en riego de pequeña escala.

Costo: € 50.000 colegiados y € 70.000 particulares
 (incluye alimentación y certificado)

Confirmar participación con Ing. Marleth Paniagua al correo electrónico: mpaniagua@ingagr.or.cr o al teléfono 2240-8645 ext 23

Se trata de un curso corto que desarrollará el Colegio de Ingenieros Agrónomos (sede Moravia) el 19 de setiembre desde las 8:00 y hasta las 16:00 horas. Se originó en la elevada importancia de los requerimientos para el buen manejo del agua, algunas fuentes alternativas y la precisión en su uso en agricultura protegida.

El Ingeniero Diego Fallas, tratará temas como aspectos generales de un sistema de captación, el diseño del sistema por demanda, aspectos sobre la meteorología, captación, conducción y el almacenamiento. Además se tratará la calidad del agua y los usos en riego de pequeña escala.

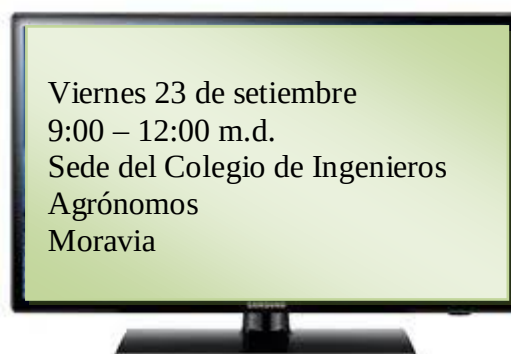
Ya que el curso tiene un costo para sufragar los gastos, se debe coordinar con la Ingeniera Marleth Paniagua, del CIAgro, llamando al teléfono 2240-8645 o escribiendo a mpaniagua@ingagr.or.cr

CONFERENCIA

USO EFICIENTE DEL RIEGO Y LA NUTRICIÓN EN AGRICULTURA PROTEGIDA

El Dr. Freddy Soto (UCR) ofrecerá una conferencia relacionada con indicadores que permiten el uso eficiente del agua y los nutrimentos en un sistema de producción mediante agricultura protegida.

Los recursos productivos debidamente empleados, permiten mayor eficiencia en la producción y mayor competitividad del productor, al lograr alimentos desarrollados en un entorno más adecuado.



DÍA DEMOSTRATIVO

CULTIVO DE CULANTRO COYOTE EN HIDROPONÍA y DINÁMICA DEL AGUA Y NUTRIENTES EN SISTEMAS HIDROPÓNICOS

Como parte del proceso de transferencia de resultados, se pretende realizar una actividad que permita exponer los hallazgos de un proyecto que se ha desarrollado con el aporte de FITTACORI.



Se ofrecerá en dos segmentos. Por un lado, se brindará información sobre una alternativa para la producción de culantro coyote (*Eryngium foetidum*) mediante cultivo sin suelo. Se trata de resultados paralelos dentro del mismo proyecto, pero que adquirieron un valor particular debido a diversos problemas que sufre esa actividad productiva.

La otra parte, contiene los resultados de la valoración de un sistema hidropónico en cuanto el equilibrio y utilización efectiva de los recursos agua y nutrientes en sistemas hidropónicos abiertos y

semi-cerrados. Ello con base en las entradas y salidas propias de este sistema de producción, así como las diferencias en el desarrollo de varios cultivos hortícolas de hoja.

La actividad está planteada para el jueves 29 de setiembre a partir de las 8 am en la Estación Experimental Fabio Baudrit y será necesario inscribirse con Gustavo Rodríguez o con Daniela Hernández en los siguientes correos electrónicos gustavo.rodriguezcampo@gmail.com o daniheca@hotmail.es

Código APB-106

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