

Actualidad Educativa

LATINOAMERICANA

ISSN 1959-1887

Septiembre, Vol. 10, N°1 2019



*Micotoxinas •
de Alternaria
en alimentos
frescos y productos
procesados:
métodos
de análisis y efectos
en la salud*

*La Institucionalidad •
del Sector
Agropecuario
Panameño*

*Técnica de Producción Agrícola •
a base de Hidrogel aplicada
al Cultivo de Tomate*

*Teak Efficiency and Environmental
Education Methods for Batipa*





Autores: Alba Tapia, Minda Rodríguez, Julio Arauz, Alison Mendoza, Bella González; Evidelia Gómez
 Universidad Tecnológica de Panamá - Licenciatura en Ingeniería Industrial - Centro Regional Chiriquí
 Asesor: Ing Aris Acosta

Técnica de Producción Agrícola a base de Hidrogel Aplicada al Cultivo de Tomate



Resumen La presente investigación se ha llevado a cabo con el objetivo de comparar la técnica de producción agrícola tradicional (cielo abierto) con una técnica hidropónica (uso de Hidrogel), bajo las mismas condiciones ambientales, empleando plantones de tomate (*Solanum Lycopersicum*). Se evaluó el comportamiento en cuanto a crecimiento y cantidad de agua más nutrientes (disolución nutritiva) consumido por los plantones al tener el polímero sintético (hidrogel) en relación con 2 distintos tipos de medios de cultivo para la planta (fibra de coco esterilizada y tierra) y bajo estos principios, demostrar que tan beneficiosa es esta técnica (con Hidrogel) tanto para minimizar costos relacionados con el riego como para maximizar el potencial de las plantas. Dicho experimento se ha realizado escenificando, en 6 maseteros caseros, las condiciones de una parcela para el cultivo de tomate, 2 de ellos en donde se sembraron los plantones solos con tierra y en los cuatro restantes: el hidrogel con la fibra de coco y el hidrogel con tierra. A estos plantones se les suministró una disolución nutritiva (Nitratos y sulfatos) a una dosis inicial de 100 ml. Controlando pH, y conductividad eléctrica apropiado para el cultivo establecido (5.5 y 1.8 respectivamente)

Palabras claves: Hidrogel, conductividad eléctrica, pH, humedad relativa, temperatura, fibra de coco, tomate (*Solanum lycopersicum*).

Abstract: The present investigation has been carried out with the objective of comparing the technique of traditional agricultural production (open sky) with a hydroponic technique (hydrogel), under the same environmental conditions, using tomato seedlings (*Solanum Lycopersicum*). We evaluated the behavior in terms of growth and amount of liquid consumed by the seedlings with the synthetic polymer (hydrogel), was evaluated in relation to 2 different types of livelihoods for the plant (sterilized coconut fiber and soil). Under these principles, it was tried to prove how this technique is beneficial both to minimize costs related to irrigation and to maximize the productive potential of the plants. This experiment was carried out simulating, in 6 homemade masseters, with the conditions of a plot for the tomato crop, 2 of them where the seedlings were planted only with soil and in the remaining four the hydrogel with coconut fiber and the hydrogel with soil. The plants were administered a type of substrate (100 ml) composed of a major element and a minor element (microelements) as required by the seedling.

Keywords: Hydrogel, electrical conductivity, pH, relative humidity, temperature, coconut fiber, tomato (*Solanum lycopersicum*).





1. Introducción

Panamá cuenta con áreas donde los suelos no son aptos para la explotación agrícola debido a la tala de árboles, la quema, el sobrepastoreo y el uso de técnicas inadecuadas de cultivos agrícolas. Según cifras de la Autoridad Nacional de Ambiente, el 51% de tierra degradadas y secas se encuentran en la región del Arco Seco que comprende el área de Coclé, Herrera y Los Santos. De igual manera, Cerro Punta es el portador del 1% de terrenos desnudos, producto de la devastación de bosques; la comarca Ngäbe Bugle con un 33% de zonas afectadas por la expansión desenfrenada de la agricultura; y la Sabana Veragüense con un 15% de tierras con bajo potencial para la actividad agrícola. [1]

Para lograr disminuir los efectos negativos que conlleva el aumento progresivo de suelos áridos en el país y de la escasez de agua en áreas de producción; se debe considerar la implementación de una técnica que mejore el rendimiento por producción, tomando en cuenta el ahorro significativo de agua comparado con la producción agrícola tradicional de cielo abierto. Basados en estos principios, tanto ambientales como de producción, se desarrolló esta investigación que está basada en una técnica de producción agrícola hidropónica aplicada a plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*); esta técnica denominada hidrogel utiliza una sustancia a base de poliacrilato de potasio, cuya propiedad principal es la retención de líquido. Este gel tiene sus inicios en Estados Unidos en una investigación realizada por el Departamento de Agricultura para los años de 1970. [2] Este gel mejora las características del suelo, como son la retención y disponibilidad del agua, la aireación y la descompactación del suelo; su aplicación en invernaderos, arquitectura paisajista, el sector forestal y por supuesto en la agricultura puede reducir el uso de agua hasta en más del 50%. Agregando estos cristales al sustrato, se incrementa el rendimiento, crecimiento y la sobrevivencia de la planta. [3]

Por su composición (polímero sintético) y su capacidad de absorción se convierte en una alternativa bastante atractiva para los productores y aportaría de manera significativa a solucionar muchos de problemas por los que atraviesa no solo el rubro del tomate, sino la agricultura en general.

Para el periodo 2016 -2017, productores de provincias centrales alcanzaron una producción de 1000 quintales/ hectárea, trabajados en 100 hectáreas lo que se traduce en 10000 tm de tomate.



Los mismos productores afirman que para los próximos años desean alcanzar las 30 000 toneladas y esta técnica podría significar un apoyo para lograr la meta fijada. [4]

Es preciso considerar que el tomate es de los rubros de mayor consumo a nivel nacional, por ello se inicia con esta hortaliza la aplicación de esta nueva técnica y así lograr identificar el comportamiento de la planta en situaciones simuladas de una parcela convencional y compararla con la siembra a cielo abierto.

2. Antecedentes

A nivel internacional, existen diversas experiencias de producción con la técnica a base de hidrogel en diferentes cultivos y como método para el aprovechamiento de sitios no convencionales, sin dejar de lado las necesidades básicas que las plantas requieren, tales como, agua, luz y nutrientes. Sin embargo, en Panamá no se cuenta con estudios basados en la aplicación de esta técnica de producción agrícola. Es por esto que partiremos de dichas experiencias para dar a conocer de donde viene este producto que ayudaría en gran forma a la agricultura nacional.

Uno de los investigadores que más influyó en este campo, William Frederick Guericke, quien a estos sistemas de nutricultura los llamó "hidroponía", fue el primero en sugerir que los cultivos en solución se utilizasen para la producción agrícola y llevó a cabo experimentos a gran escala. Su trabajo es considerado la base para todas las formas de cultivo hidropónico, aunque se limitó principalmente al cultivo en medio líquido sin el uso de sustrato para el crecimiento de las raíces.

En un estudio realizado en Estados Unidos sobre este gel para identificar que tan eficiente sería en cuanto a absorción se utilizó la acrilamida (AAM) combinada con un material natural derivado de la celulosa, se obtuvieron películas con un rendimiento superior al 90%, todo esto a temperatura ambiente. Además, se pudo observar que es posible obtener hidrogeles con una capacidad de hinchamiento de hasta un 70%. Se comprobó que dichos hidrogeles estaban formados por metilcelulosa y poliacrilamida. [5]

La hidroponía es una técnica joven y ha sido usada en una escala comercial por solo 40 años, sin embargo, se han realizado adaptaciones tanto para invernaderos como para cultivar al aire libre. [6]



3. Metodología

La metodología empleada en este proyecto está basada en la utilización de 2 técnicas de aplicación conocidas como "Aprender haciendo" y "ensayo y error". El trabajo se llevó a cabo en un periodo de 30 días, en los cuales se pretendió comparar el crecimiento que presentan los plántones de tomate (*Solanum lycopersicum*) en situaciones diferentes en cuanto a su siembra (fibra de coco y tierra), pero evaluadas bajo las mismas condiciones ambientales.

Durante el desarrollo del trabajo se evaluaron las variables: cantidad de líquido empleado para el riego de cada planta (ml) y su crecimiento promedio por día (cm). A continuación, se detallan los materiales que se utilizaron para el desarrollo del proyecto.

3.1 Materiales

Utilizamos:

- 6 envases reciclados
- Tierra
- Fibra de coco esterilizada
- 6 plántones de tomate (*solanum lycopersicum*)
- Hidrogel
- Medidor de pH (HM Digital pH-80)
- Medidor de conductividad eléctrica (HM Digital CCM-80)
- Jeringuilla de 20ml
- Elemento hidropónico mayor (ever green)
- Elemento hidropónico menor (ever green)
- Hilo
- Agua (lluvia)
- Regla
- 6 estacas pequeñas (guías)
- Balanza (Camry)

El proceso se desarrolló en etapas, paso a paso para su mayor comprensión:

3.2 Preparación de la maceta (etapa 1):

En primera instancia se tomaron los 6 envases reciclados previamente lavados y se procedió a pesarlos, cortarlos y prepararlos adecuadamente. Se llenaron 4 macetas con tierra y 2 con fibra de coco esterilizada.

3.3 Preparación del hidrogel (etapa 2):

Para esta etapa se consideró una relación en base a la cantidad de hidrogel utilizado y la cantidad de agua que puede absorber. La relación estableció que para 1g de hidrogel 80 ml de agua.



Se utilizaron inicialmente 2 gramos de hidrogel y en base a la relación planteada anteriormente, se agregaron 160 ml de agua lluvia, a la cual se le midió el pH arrojando un valor de 7.0 lo que indicó su neutralidad. Se dejó reposando el hidrogel por aproximadamente 20 minutos hasta absorber la cantidad de agua suministrada.

3.4 Preparación del nutriente (etapa 3):

Esta es una de las mayores consideraciones que se debe tener para el proyecto pues el nutriente es la fuente de alimento de las plantas. La alimentación está compuesta por una disolución nutritiva (Nitrato de Potasio, Nitrato de Calcio, Ácido Fosfórico, Ácido Nítrico, Fosfato Monopotásico, microelementos y úrea). Estos elementos formaron parte de la disolución que fue suministrada a las plantas posteriormente, por lo que debían encontrarse en los rangos apropiados para el tipo de cultivo, los cuales son 5.5 - 6.5 para el pH y de 1.5 - 3.5 para la conductividad eléctrica.

Una vez plantados estos parámetros para la composición del sustrato se tomaron 5 cc del elemento mayor el cual fue complementado con 2.5 cc del elemento menor que corresponde a la mitad suministrada del elemento mayor.

Para corroborar que la mezcla cumplía con los rangos necesarios mencionados anteriormente se procedió a medir tanto el pH utilizando el medidor de pH como la conductividad eléctrica por medio del Tds, una vez realizada esta medida se obtuvieron los valores de 2.1 mS y 6.0 de pH.



Figura #1 Medición de pH y conductividad eléctrica en el nutriente.





3.5 Plantación (etapa 4):

Ya con los envases listos con tierra, la fibra de coco y el hidrogel totalmente expandido por la absorción del agua, se realizaron las plantaciones de la siguiente manera:

- En dos de los envases que contenían tierra se procedió a sembrar el plantón de tomate, de manera que las raíces quedaron totalmente cubiertas por la tierra.

- En los 2 envases restantes con tierra se procedió a agregar el hidrogel y a colocar el plantón de tal forma que sus raíces quedaron posadas justamente en el hidrogel. Se tapó el restante con tierra, de tal forma que se cubrieran las raíces y el hidrogel.

- Posteriormente en los envases que contenían fibra de coco se repitió el mismo procedimiento que para los 2 envases anteriores de tierra con hidrogel.



Figura # 4
plantación en fibra de coco.

Una vez culminado este proceso se etiquetaron los envases con su nombre correspondiente para su posterior identificación, además le agregaron 200 ml de la mezcla de nutrientes a cada uno de los plantones en los envases, esto para procurar que iniciaran su periodo de crecimiento adecuadamente. Al pasar un periodo aproximado de 15 días, los plantones necesitaron una estaca o guía para brindar apoyo y dirección al tallo.



Figura#3 plantación en tierra utilizando hidrogel.

4. Resultados

Una vez realizado el procedimiento, se dió inicio a la tabulación de datos, presentados a continuación en tablas con su respectiva identificación. Los plantones fueron sembrados el 25 de mayo del 2019 y a partir de esta fecha se inició el registro de datos considerando como fecha final el lunes 25 de junio.

Tabla #1 Prueba Piloto			
Descripción	Plantas sin hidrogel	Plantas con hidrogel	
		Cantidad de plantas	2
Medio de cultivo	Tierra	Tierra	Fibra de coco esterilizada
Duración de cultivo	30 días	30 días	30 días

La tabla presentada a continuación muestra los datos registrados del crecimiento promedio de las plantas por cada 3 días.



Tanto para el crecimiento como la cantidad de agua/sustrato (ml) por planta, las mediciones se registraron diariamente, pero para efectos de presentación mostraremos períodos de 3 días.

Se puede observar que la planta de tierra ha tenido un consumo de 4700 ml en 30 días, mientras que las 2 plantas con fibra de coco/hidrogel han consumido 3100 ml y las de tierra con hidrogel consumieron 3600 ml. Es notable la cantidad de agua consumida por las plantas sembradas en tierra en comparación con las que fueron sembradas tanto en fibra de coco como en tierra, pero utilizando hidrogel en ellas.

Además de considerar tanto el crecimiento como el consumo de agua por plantón, se analizaron los costos que implica la aplicación de esta técnica para el cultivo de tomate en comparación con la de cielo abierto, pues no se puede hablar de la aplicación de la técnica si no se consideran sus costos. Para ello se evaluó el tipo de siembra denominado 80*50 (80 cm entre surco y 50cm entre planta), tomando como base 1 hectárea de terreno, lo cual equivale a una cantidad aproximada de 25.000 plantas.

En estos casos por lo general los agricultores emplean ½ onza* planta de fertilizante 12-24-12. Para el caso del hidrogel tenemos 2 g de hidrogel* planta:



Tabla #3 Cantidad de agua/nutriente agregado (ml)

Fecha	P con tierra	P.con F de coco / hidrogel	P. con Tierra/ Hidrogel
25/5	100	100	100
28/5	300	100	100
31/5	100	-	-
03/6	200	200	200
06/6	200	100	100
09/6	300	200	100
12/6	250	200	200
15/6	250	200	200
18/6	800	500	600
21/6	800	500	500
23/6	800	400	500
25/6	600	600	1000
total	4700	3100	3600





Tabla #4 Precios de fertilizante 12-24-12 e hidrogel

Transformando estos valores a kg se obtiene 355.11 kg de fertilizante 12-24-12 utilizable en una hectárea de terreno; con un precio aproximado de Bs. 30.00 el quintal [7] lo que equivale a 105.50 dólares*hectárea (técnica tradicional).

Fertilizante 12-24-12	Hidrogel
1/2 onza* 25 000 plantas	2g*25 000 plantas
12 500 onza	50 000 g

Mientras se emplean 50 kg de hidrogel con un precio por kg de 4 balboas, dando un costo por hectárea de 200 dólares, se puede notar que la diferencia en cuanto a cantidades es bastante considerable, así como en el precio. Pero es imprescindible tomar en cuenta que la cantidad de hidrogel por planta está estipulada y no es viable agregar más o menos cantidad, mientras que en el caso del 12-24-12 se estipula la medida de la 1/2 onza como base, aunque para el productor convencional esta cantidad puede aumentar por su desmedida utilización.

Tabla#2 Crecimiento promedio (cm) de plántones en el periodo de 30 días.

Fecha	P. con tierra	P.con F de coco / hidrogel	P. con Tierra/ Hidrogel
25/5	4	4	3.75
28/5	6	5.5	5.5
31/5	9	8.5	9
3/6	12	11.5	12
06/6	17	17.5	15
9/6	20	20	18.5
12/6	24	23.5	23.5
15/6	27	27	26
18/6	35	33	30
21/6	42	43	32
23/6	54	56	35
25/6	66	66.5	37

5. Recomendaciones

- Realizar la aplicación de la técnica basada en hidrogel no solo en el cultivo de tomate sino en otros rubros de producción, de esta forma observar cómo se desarrollan las plantaciones.
- Realizar un estudio de suelo previo a la utilización de esta técnica, pues no será igual sembrar en un suelo arenoso que no es capaz de retener tanto líquido como en el caso de otro tipo de suelo.
- Considerar los elementos no solo ambientales sino los requerimientos para la producción dependiendo del tipo de cultivo al que se aplica esta técnica. Por ejemplo, cuánto es el consumo promedio de agua/nutrientes, en base al tipo de cultivo y la temporada en la que se está llevando a cabo la siembra.
- Es clave considerar que el estudio se realice en una zona en donde no se concentre tanto la humedad (un ambiente controlado).
- En la medida que sea posible, dar uso al agua lluvia para aplicar a esta técnica. De no ser posible, considerar que el agua con presencia de cloro en cantidades altas puede causarles daños a las plantas.
- Preferiblemente aplicar en lugares donde las precipitaciones pluviales sean menores de 9800 ml.
- Tener en cuenta todos los factores ambientales fundamentales en todo cultivo (humedad relativa, temperatura y dióxido de carbono), pues si se mantienen controlados, la siembra puede llevarse a cabo de una manera más satisfactoria.

al consumo de agua.

6. Conclusiones

Son muchas las experiencias obtenidas a partir del desarrollo del proyecto, no es sencillo el hecho de trabajar en un sector tan amplio y predispuesto como lo es el sector agrícola. A simple vista todo parece sencillo, sin embargo, no lo es.

En los 30 días del estudio se ha podido observar que conforme pasaron los días los plántones presentaron cambios tanto en su coloración de hojas como en tamaño.

La aplicación de hidrogel a 4 plántones, pero con medios de cultivo distintos (suelo y fibra de coco esterilizada), ha mostrado un panorama más amplio de cómo evoluciona la planta. Se pudo observar que la fibra de coco apoya aún más la humectación de la planta ya que es capaz de retener hasta un 50% de humedad. Esto sería aún más viable en una locación en donde el clima es bastante seco, pues si el hidrogel es un retenedor potencial de agua y la fibra de coco también, en conjunto crearían la mancuerna perfecta para el crecimiento y desarrollo de las plantaciones. Como todo esto también tiene su contra, pues si la humedad es alta la planta puede crear hongo y posteriormente morir, por esto se debe mantener el control.

Por el clima tan cambiante del país, 2 de las plantas han enfermado y esto es una de las tantas posibles situaciones a las que los productores se enfrentan, incluso con la posibilidad que esta situación afecte a cientos de plantas.

Las plantas han llegado a consumir una cantidad considerable de agua para su crecimiento, sin embargo, al comparar las plantas que tienen presente el hidrogel con las que no lo poseen, el consumo de agua ha sido menor. Por tanto, la aplicación de la técnica de Hidrogel, demuestra que es viable ante el objetivo de la minimización de costos por consumo de agua. Para confirmar si realmente se cumple con la maximización de producción, se debería ampliar la investigación hasta alcanzar la etapa de producción y determinar si los resultados con el hidrogel, son tan positivos, con respecto al consumo de agua.

Refiriéndonos a la cantidad de polímero aplicado y su costo, la cantidad en comparación al 12-24-12 es alta, pero controlada, por lo que el valor neto es fijo. Mientras tanto, el fertilizante se usa desmedidamente y no se controla su uso, lo que implica un costo mayor para el caso de la técnica tradicional.

La aplicación de esta técnica si es viable pero no es fácil, particularmente si no hay disposición al cambio por parte de los productores; ellos son el punto de partida de todo cambio. Además, es imprescindible hacer extensión rural (hacer docencia, capacitar), para que se puedan ver las facilidades y beneficios que obtendrían si se disponen a cultivar de una manera diferente.