



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: “ESTUDIO DE CASO”

**ESTUDIO DEL EFECTO DEL HIDROGEL EN
DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS DE IMPORTANCIA
ECONÓMICA.**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA.

Autor: María José Pozo Pilay.

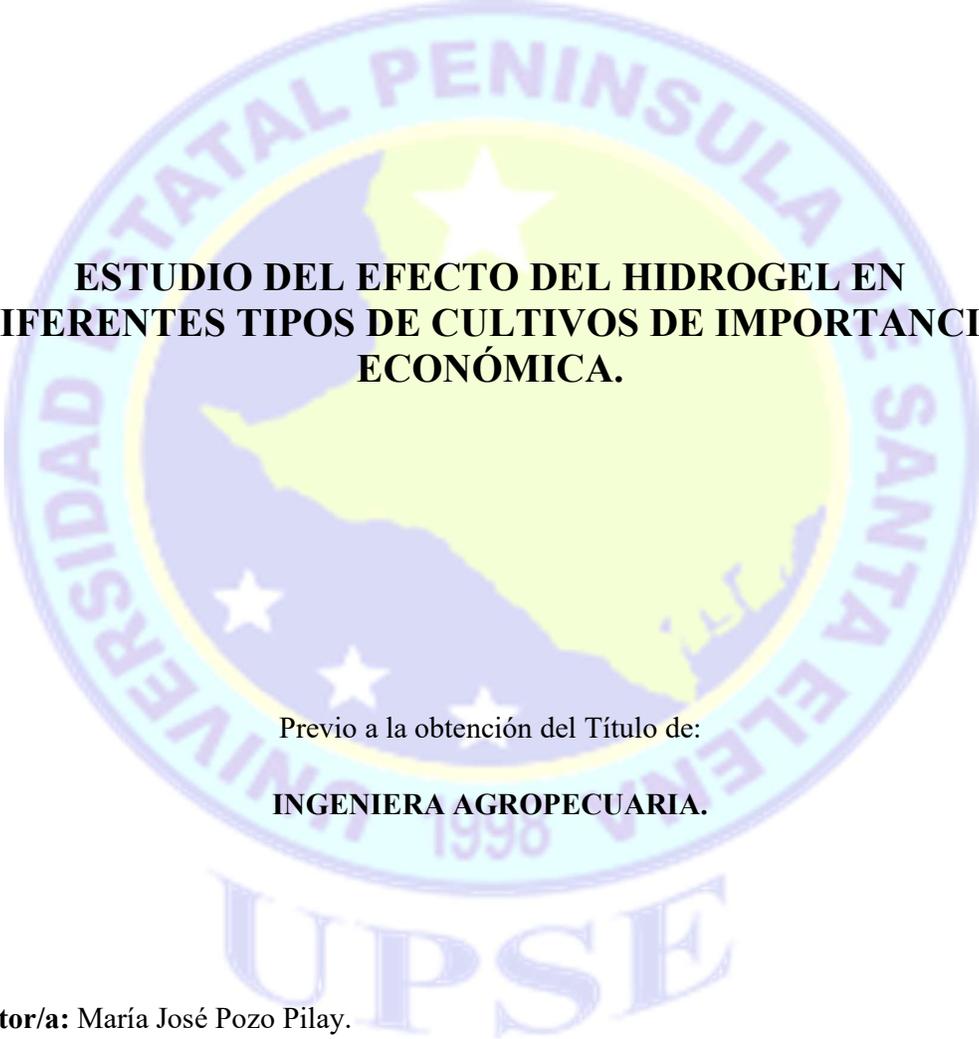
La Libertad, 2021



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria



**ESTUDIO DEL EFECTO DEL HIDROGEL EN
DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS DE IMPORTANCIA
ECONÓMICA.**

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA.

Autor/a: María José Pozo Pilay.

Tutor/a: Ing. Ángel León Mejía, MSc.

La Libertad, 2021

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD.
**DIRECTORA DE CARRERA
DE AGROPECUARIA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Carlos Balmaseda Espinosa. PhD.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Ángel León Mejía. MSc
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Andrés Drouet Candell. Msc.
**PROFESOR GUÍA DE LA UIC
SECRETARIO**

RESUMEN

El estudio del efecto del hidrogel en diferentes tipos de cultivos se realiza debido a la gran escasez de agua que se presenta en diferentes zonas para el riego y siembras en época seca, estudiando la aplicación de este polímero dentro del país y la provincia se conoce su uso en diferentes cultivos, sin ocasionar una baja productividad o rentabilidad de los cultivos. Los agricultores combinan el hidrogel con abonos orgánicos utilizando diferentes tipos de tratamientos para el estudio y desarrollo de las plantas, también combinan con otros métodos de ahorro de agua como es la utilización del waterboxx, el cual ayuda con el mejoramiento del suelo y el ahorro del agua de riego.

Palabras claves: hidrogel, polímeros, hidrofílicos, waterboxx.

CARTA DE ORIGINALIDAD

Ing.

Nadia Rosaura Quevedo Pinos, PhD.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

Presente. -

Cumpliendo con los requisitos exigidos por la Facultad de Ciencias Agrarias, carrera de Agropecuaria, envío a Ud. el componente práctico del examen complexivo titulado "ESTUDIO DEL EFECTO DEL HIDROGEL EN DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA", para que se considere su sustentación, señalando los siguiente:

1. La investigación es original.
2. No existen compromisos ni obligaciones financieras con organismos estatales y privados que puedan afectar, el contenido, resultados o conclusiones de la presente investigación.
3. Constatamos que la persona designada como tutor/a es el/la responsable de generar la versión final de la investigación.
4. El/la tutor/a certifica la originalidad de la investigación y el desarrollo de la misma, cumpliendo con los principios éticos.



María José Pozo Pilay

AUTOR/A

Email:

majitopozo_8@hotmail.com

Número Celular:



Ing. Ángel León Mejía, MSc.

TUTOR

Email: aleon@upse.edu.ec

Número Celular: 0911848265

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Hidrogel.	4
2.2	Propiedades del hidrogel.	4
2.3	Clasificación de Hidrogeles.	4
2.4	Características físicas y químicas de los hidrogeles.....	4
2.5	Ventajas de los hidrogeles.	5
2.6	Desventajas de los hidrogeles.....	5
2.7	Uso actual de los hidrogeles.	5
2.8	Cultivos.	6
2.9	Tipos de cultivos.....	6
2.10	Gramíneas.....	6
2.10.1	Maíz.....	6
2.10.2	Pasto Cuba OM-22.	7
2.11	Hortalizas.....	7
2.11.1	Tomate	7
2.11.2	Lechuga.	7
2.11.3	Pepino.....	7
2.12	Perennes.....	8
2.12.1	Amarillo (Centrolobium).....	8
2.12.2	Pechiche (Vitex gigantea).....	8
2.13	Forestales.	8

2.13.1	Algarrobo (Prosopis juliflora (SW) DC)	8
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1	Ubicación.	10
3.2	Materiales.	10
3.3	Metodología de investigación.....	10
3.4	Uso de hidrogel en varios cultivares.....	10
3.4.1	Uso de hidrogel en Gramíneas.	10
3.4.2	Uso de hidrogel en hortalizas.	12
3.4.3	Uso de hidrogel en cultivos perennes.....	13
3.4.4	Uso de hidrogel en especies forestales.....	14
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18
5.1	Conclusiones	18
5.2	Recomendaciones.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1. Impacto positivo del uso del hidrogel en los factores principales para cultivar.....	9
--	----------

1 INTRODUCCIÓN

La baja disponibilidad de agua, los altos costos de la energía requerida para su extracción, así como el incremento en la demanda de la misma por el sector agrícola, hacen necesario implementar un manejo tecnológico más eficiente en el uso y manejo del agua. Una de las estrategias para contribuir a lo anterior y reducir la sobre explotación de los mantos freáticos, así como incrementar la rentabilidad en la producción de cultivos en regiones con baja disponibilidad de agua como es la zona semidesértica, es reduciendo al mínimo necesario los volúmenes aplicados a la producción de cultivos, sin ver afectado la calidad y rendimiento de los mismos (Macías, et al., 2019).

Una alternativa para el uso eficiente del agua de riego es el uso de tecnologías amigables con el ambiente, en este contexto se ubica el hidrogel que es un polímero que tiene una alta capacidad para retener el agua, logrando el uso más eficiente del agua de riego.

Los hidrogeles están formados de materiales blandos y elásticos que absorben soluciones acuosas que dependen de la naturaleza del polímero, que se caracterizan por su capacidad hidrofílica e insolubles al agua que de acuerdo a las características pueden clasificarse en neutros o iónicos y de acuerdo al cambio de estructuras físicos o químicos, estos geles contienen grupo funcionales como ácido carboxílicos o grupos funcionales (Hernandez, 2007).

Por otra parte, los hidrogeles se pueden definir como materiales poliméricos entrecruzados en forma de red tridimensional que pueden ser de origen animal o sintético, que incrementan su capacidad de absorber las cantidades de agua disponible y su propiedad de incorporarse en el suelo formando materiales blandos y elásticos. EL mecanismo por el cual los polímeros son capaces de absorber bastante volúmenes de soluciones depende de la naturaleza química (French & Hernández, 2017).

La utilización de los hidrogeles también produce una mejora de la estructura del suelo y de la aireación. Así el uso de estos polímeros permite la recuperación de las zonas semiáridas o poco fértiles logrando el aprovechamiento de estos suelos, se han encontrado en los hidrogeles una posible solución para mantener la humedad de estos suelos e incrementando la reducción del gasto del agua y fertilizante en la liberación lenta que manejan ciertos polímeros (Duarte, et al., 2019).

La aplicación de los hidrogeles en la actualidad está cobrando interés en el uso del ámbito de la agricultura, campo que se desarrolla favoreciendo a la planta y al suelo, aumentando la capacidad de retención de humedad proporcionada por aguas lluvias o de riego, además que mejora la estructura y aireación del suelo, por lo tanto, permite la recuperación de zonas áridas y semiáridas siendo aprovechadas para mejorar la actividad microbiana y propiedades físicas del suelo.

A nivel mundial el uso de hidrogel es utilizado en almácigos y trasplantes en regiones áridas de África y Australia para mejorar el acondicionamiento de especies menos tolerantes a la sequía además de potenciar la velocidad de infiltración, la densidad y la velocidad de evaporación llegando a cambiar las características del suelo que pueden ser permanentes o temporales, en México también se utiliza como sustrato en cultivos hidropónicos a parte de incorporarlo al suelo directamente para mejorar e implementar nuevas técnicas que ayudan a mitigar el problema como un aporte sustancial de interés agrícola.

A pesar de que hay algunos estudios en Ecuador , demuestra la utilización de polímeros confieren buenas propiedades a las plantas y germinación es muy bajo, solo la provincia de Manabí y en las ciudades de Tungurahua, Guayas y Pichincha han sido sede de estudios experimentales contribuyendo a mejorar la eficiencia en el manejo del agua y la capacidad de retención de agua en el suelo, minimizando el costo y el consumo, siendo utilizados en terrenos desérticos del país ayudando a recuperar suelos pobre e incrementando la producción de los cultivos como la maracuyá, pimiento, pepino, maíz y lechuga en suelo e hidropónica utilizando el polímero como sustrato.

En la península de Santa Elena lamentablemente existe escasa información en la aplicación de estas nuevas tecnologías para los cultivos en época de sequía, evitando así conservar vivas las plantas por escasez de lluvia o agua para realizar un correcto riego y así cubrir las necesidades de los diferentes cultivares existentes en Santa Elena recalando que en el cantón se utilizó hidrogel para el enraizamiento de estacas de árboles forestales.

Problema:

La sistematización de información científica relacionada al uso de hidrogel en la agricultura permitirá tener un nuevo enfoque del manejo del recurso hídrico en zonas con baja disponibilidad del agua de riego en la península de Santa Elena.

Objetivo General:

Sistematizar información relevante del uso de hidrogel en la agricultura de importancia económica.

Objetivos Específicos:

1. Indagar bases de datos de revistas científicas agrícolas.
2. Utilizar información de artículos científicos de revistas indexadas relacionadas al uso del hidrogel en el cultivo de importancia agrícola.
3. Sintetizar la información relacionada con el uso de hidrogel en agricultura.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Hidrogel.

Elizondo et al. (2021), define que los hidrogeles son polímeros hidro- absorbentes que, de acuerdo con su estructura reticulada tridimensional y a su capacidad de absorción principalmente en sus grupos carboxílicos, pueden absorber de 100 a 400 veces más de su peso y esto depende de la calidad de agua

2.2 Propiedades del hidrogel.

Las propiedades de un hidrogel se encuentran basada en su estructura molecular y en el método de síntesis mediante su obtención. Existen también otro tipo de propiedades derivadas de acuerdo al hinchamiento del hidrogel en estas encontramos: el contenido de agua, porcentaje de agua, peso de hidratación, grado de hinchamiento, estabilidad dimensional, humectabilidad y permeabilidad (Félix, 2006).

2.3 Clasificación de Hidrogeles.

Hernández (2020) define que los hidrogeles pueden llegar a clasificarse de acuerdo a varias formas dependiendo las características y propiedades que se llegue a considerar de las cuales se detalla a continuación:

- En base a la naturaleza de los grupos laterales

Pueden clasificarse en neutros o iónicos (aniónicos, catiónicos, anfólicos).

- De acuerdo a sus características mecánicas y estructurales

Se pueden clasificar en redes afines o redes fantasma.

- De acuerdo al método de preparación

Red homopolimérica, copolimérica, multipolimérica, o red polimérica interpenetrada.

- En base a la estructura física de la red

En hidrogeles amorfos, semicristalinos, estructuras por enlaces de hidrógeno y agregados hidrocoloidales.

2.4 Características físicas y químicas de los hidrogeles.

López (2014) señala algunas de las características únicas de los hidrogeles:

- Carácter hidrófilo esto ocurre por la presencia en su forma molecular de grupos funcionales como (OH; grupo hidroxilo-alcohol, COOH, grupo ácido carboxílico, entre otros).
- La presencia de una red con tres dimensiones en la ordenación la cual origina que esta no se solubilice en el agua, esto debido a que presenta entrecruzamiento a causa de la presencia de fuerzas cohesivas pequeñas y a enlaces covalentes o iónicos.

- El monómero hidrófilo de partida y su baja densidad de entre cruzamiento determina un tacto suave y consistencia elástica del hidrogel

Echeverría y Mijangos (2008) mencionan que los hidrogeles poseen una estructura con macromoléculas las cuales se encuentran intramolecularmente entrelazadas de dimensión coloidal, es por ello que presentan la habilidad de hincharse y deshincharse al estar en contacto con los líquidos los cuales varían con ciertos factores como:

- Campos eléctricos
- Fuerzas iónicas
- pH
- Temperatura

Los hidrogeles están formados por polímeros reticulados con sal sódica o potásica que, debido a su estructura reticulada tridimensional, así como la capacidad de hidratación de sus grupos carboxilos, absorben reversiblemente agua y los nutrientes disueltos en ella (Idrobo et al., 2010).

2.5 Ventajas de los hidrogeles.

Hernández (2020) define las ventajas más comunes en la utilización del hidrogel y se detallan a continuación:

- Absorbe agua y lo mantiene disponible para las plantas en un tiempo promedio de 30 días.
- El hidrogel mantiene su poder de absorción en un tiempo promedio de 5 años.
- Favorece significativamente el crecimiento de los cultivos en regiones con escasas lluvias.
- Favorece la descompactación de los suelos.
- Favorece el ahorro de agua.
- Reduce el número de riegos.
- Aumentan los almacenamientos de agua de los suelos.
- Otorga una mejor condición de crecimiento de plantaciones en zonas de escasas lluvias.

2.6 Desventajas de los hidrogeles.

Las sales reducen la capacidad de retención del polímero como en porcentaje de absorción, así como el tiempo de vida; aunque existe poca información algunos elementos que afectan la retención como son el Hierro, los Fosfatos y la cal, esto implica que no todos los fertilizantes son compatibles con los hidrogeles (Hernández, 2020).

2.7 Uso actual de los hidrogeles.

En la actualidad el uso de los hidrogeles se los implementa en diferentes tipos de cultivos sea este una gramínea, perenne o forestal ya que soluciona el problema de déficit de agua en algunas zonas, ayuda al mejoramiento del suelo y controla la cantidad de agua utilizada en

cada riego optimizando el desarrollo y crecimiento vegetativo de cada cultivo sin influir en el rendimiento y desarrollo de los frutos a obtener (Delgado, 2010).

2.8 Cultivos.

Se denomina cultivo a todo lote o parcela que, de acuerdo a las actividades realizadas por el hombre como la siembra de semilla, broce, fertilización y entre otras logra obtener y garantizar su producto final mediante la cosecha (Goites, 2008)

2.9 Tipos de cultivos.

Jazmín et al. (2017) define a los tipos de cultivos de acuerdo el tiempo y al propósito que sea destinado su producción y la rentabilidad del agricultor. De los cuales se detalla a continuación:

- Cultivos temporales: cultivos con ciclos de crecimiento de menos de un año.
- Cultivos permanentes: cultivos con ciclos de crecimiento de más de un año.
- Cultivos sucesivos: cultivos temporales que crecen más de una vez en la misma tierra y en el mismo año agrícola.
- Cultivos intercalados: cultivos temporales plantados entre las filas de otro cultivo.
- Cultivos de cobertura: más de un cultivo temporal crece de manera no sistemática en un lote o campo.

2.10 Gramíneas.

Jazmín et al. (2017) consideran que las gramíneas pertenecen a la división de las angiospermas, del orden glumiflorales, conocidas también como poaceas, existiendo más de 10.000 especies y generalmente pueden ser herbáceas, leñosas, entre otros tipos de características morfológicas como: nudos y entrenudos, los cuales pueden ser numerosos como escasos, son plantas que producen bastante polen y poseen como órganos vegetativos el tallo, hojas, raíz y flores que son las encargadas de prolongar las especies las cuales varían en tamaño y el hábitat que se encuentren, esta familia en la actualidad posee un rol importante en muchos aspectos porque forman parte de la despensa de la mayoría de las personas. De acuerdo a los artículos leídos se detalla a continuación.

2.10.1 Maíz.

El maíz (*Zea mays L*) pertenece a la familia de las poaceas, alcanza una altura de 2-3 m dependiendo de la variedad, posee tallos erguidos y fuertes en forma de caña sin ramificaciones, es una planta monoica y de producción anual, se adapta a diversas condiciones edafoclimáticas, consta de raíces fasciculadas las cuales ayudan a su anclaje, sus hojas salen de los nudos de manera alterna en todo el tallo y pertenece a los granos más importantes de la alimentación de los humanos, animales y para la industria (Morán, 2020).

2.10.2 *Pasto Cuba OM-22.*

Las variedades del pasto Cuba OM-22 se caracterizan por tener tallos robustos y entrenudos largos, con hojas mas largas y anchas, producen abundante follaje para corte entre 90 y 120 Tm Uha-1año-1 como la mayoría de las plantas forrajeras, el rendimiento depende de la humedad, fertilidad, temperatura y edad del corte. El incremento de la materia fresca se debe a la capacidad metabólica que poseen los pastos en el proceso de movilización y síntesis de las sustancias orgánicas (Párraga y Vera, 2017).

2.11 *Hortalizas.*

Silva (2017) define a las hortalizas como plantas herbáceas que son cultivadas con fines de autoconsumo como también para su comercialización, estas especies son una fuente muy rica de vitaminas, nutrientes entre otros las cuales aportan muchos beneficios para los seres humanos, poseen como estructuras vegetativas raíz, tallo y hojas que pueden ser consumidas tanto crudas como cocidas en este grupo encontramos: lechuga, zanahoria, tomates, pepino entre otras.

2.11.1 *Tomate .*

Salinas y Laguna (2020) describe al cultivo de tomate como plantas herbáceas , autógonas, de hojas compuestas, con bordes dentados o lobulado, ápice agudo y la base oblicua. Sus flores presentan pedicelos y los fruto son una baya roja o rosada, oblonga, globosa y deprimida o periforme, con numerosas semillas . Sus frutos se consumen como verduras y en ensaladas. El costo de la semilla es alto , en especial la semilla híbrida, ya que se obtiene plantas sanas y vigorosas.

2.11.2 *Lechuga.*

La lechuga es una hortaliza que posee una raíz pivotante, pudiendo llegar a medir hasta 30 cm., con un tallo corto y al llegar a la floración se alarga hasta un metro, desarrollando un capítulo de 15 a 25 flores de color amarillo, pequeñas, reunidas en anchas cimas corimbosas y con numerosas bractéolas. Las hojas son basales numerosas y grandes, dependiendo del tipo y variedad, su inflorescencia es una panícula con flores perfectas (Barreno, 2019).

2.11.3 *Pepino.*

El pepino es una planta herbácea anual trepadora que pertenece a las cucurbitáceas de tallos angulosos, trepadores, rastreros y de grandes hojas acorazonadas y alternas, con grandes peciolos. Su sistema radicular consta de una raíz principal que alcanza hasta 1.2 m de largo ramificándose, además posee flores de pétalos amarillos, pedúnculo corto y aparecen en las axilas de las hojas, pueden ser unisexuales. Los frutos son una baya que poseen semillas de color blanco amarillento, protegido por una cubierta dura compuesta de tegumentos, un fruto puede proveer más de 250 gramos de semilla (Moltaván, 2017).

2.12 Perennes.

Silva y Norori (2004) recalcan que los cultivos perennes se los conoce como cultivos de ciclos muy largos y pueden propagarse mediante su capacidad biológica ya que poseen: tallo, raíces, hojas, flores y frutos, estos cultivos son comunmente utilizados como cultivos de coberturas que decuerdo a la especie, presentan un crecimiento rápido que evita la erosión, lixiviación de nutrientes del suelo. Especie que detallamos a continuación:

2.12.1 Amarillo (*Centrolobium*)

El amarillo es un árbol heliófilo que se desarrolla en bosques secos donde se regenera naturalmente solo o asociado con otras especies, la copa del árbol es asimétrica irregular o redondeada muy densas en época lluviosa y caducifolio en la época seca, tolera alta radiación solar (Cevallos y Alcívar, 2018).

2.12.2 Pechiche (*Vitex gigantea*)

El pechiche es un árbol fragante del litoral ecuatoriano el cual es utilizado para extraer tablas de madera y pisos de casas, posee un tronco de corteza gris verdosa con una apariencia rugosa de 30 m de altura y 80 cm de diámetro, sus hojas son digitadas opuesta de color verde opaco, copa irregular y sus flores son zoomórficas de coloración azuladas o violáceas agrupadas en una inflorescencia panicular. Sus frutos es una drupa carnosa de forma ovoide, se propaga por semilla y tiene crecimiento medio (Arroyo, 2020).

2.13 Forestales.

Los cultivos forestales pertenecen al grupo de cultivos de ciclos largos que en su mayoría de estos árboles están establecidos en bosques y en sitios que han sido reforestados por los hombres, además se toma en cuenta su adaptabilidad a la zona de sembrar se toma en cuenta las condiciones climáticas, adaptabilidad al suelo y el fin que se obtiene. (Rodríguez, 2013)

2.13.1 Guasango

El guasango es una especie forestal nativa de la península de Santa Elena y de ciertas regiones costeras, es un árbol alto y llega a medir hasta 30 m de alto y 80 cm de DAP, con muchas ramas de madera oscura y dura, característica que hace preciada la madera para la construcción de casas, muebles, instrumentos de trabajo. Su propagación es asexual, su tronco es un poco oscuro y posee hojas compuestas imparipinadas, alternas. La inflorescencia se da en panículas axilares, sus flores son muy pequeñas de color blanco y su fruto es una sámara de color café (Villalta, 2017).

2.13.1 Algarrobo (*Prosopis juliflora* (SW) DC)

El algarrobo es un árbol nativo de la costa norte del Perú, Ecuador y Colombia y crece de 6 a 15 m de alto que posee raíces de crecimiento lateral, hojas bipinnadas medianas a grandes, sus ramas presentan espinas geminadas o solitarias, sus flores son de color blanco verdosa y

su inflorescencia es en racimos espiciformes y con frutos carnosos y dulces, de color amarillo los cuales poseen semillas ovaladas pardas (Morán, 2018).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación.

La metodología utilizada en el estudio es una revisión de literatura científica relacionada con el uso del hidrogel en la agricultura, la investigación se inicia con la búsqueda de trabajos en bases de datos especializadas. Los criterios para la selección de trabajos publicados se relacionan con varios cultivares que se desarrollan en la península de Santa Elena, y que tienen estudios con el uso de hidrogel en otras latitudes. Los cultivos que se toman de referencia para este estudio se toman de referencia gramínea, hortalizas y plantas perennes.

3.2 Materiales.

Artículos de las bases de datos como: Scielo, Redalyc, reibci y repositorios universidades donde reposan diferentes trabajos de titulación realizados en diferentes tipos de cultivos.

A continuación, se redacta brevemente ensayos, artículos e investigaciones referentes a la aplicación del hidrogel en diferentes cultivos que se tomaron como referencia para redactar este trabajo separándolos por diferentes grupos de cultivos.

3.3 Metodología de investigación.

Existen diversos tipos de investigación donde se analiza los detalles con criterio y percepción holística, las mismas que puede ser: descriptiva, histórica, documental, correlacional, explicativa o casual, estudio de caso, longitudinales y experimentales (Cairampoma, 2015).

La investigación llevada en función al propósito de este estudio es: teórica, documental y descriptiva que mediante la recopilación de experiencias publicadas en artículos de revistas indexadas permite analizar el uso del hidrogel en diferentes tipos de cultivos, además de determinar la aceptación o rechazo a la incorporación del polímero en beneficio al desarrollo de los cultivos obteniendo ahorro del agua y el desarrollo de los diferentes cultivares en las distintas épocas del año.

3.4 Uso de hidrogel en varios cultivares

3.4.1 *Uso de hidrogel en Gramíneas.*

Pedroza et al. (2015) consideran que el aumento de la frecuencia y la intensidad de la sequía son el factor más crítico en la producción agrícola en zonas de precipitaciones, lo que motiva a realizar un estudio sobre el efecto de hidrogel y humus de lombriz como retenedor de humedad del suelo y del impacto sobre la fotosíntesis en la producción de maíz (*Zea mays* L.), estudio que se realizó en Bermejillo, Durango, en el cual se detalla la utilización de un

diseño de bloques al azar arreglando parcelas divididas; las cuales se aplica una dosis de hidrogel de 0, 12,5 y 25 kg ha⁻¹, aplicando en las principales parcelas las dosis de humus de lombriz de 0 y 20 t ha⁻¹ y en las subparcelas las dosis de 12,5 y 25 kg ha⁻¹ de hidrogel favoreciendo el crecimiento y la productividad del maíz, el aumento de humedad del suelo en un 31,5%, en relación con el control. El rendimiento de grano se incrementó un 44,7% cuando se aplicaron 25 kg ha⁻¹ de hidrogel para producir 19,1 t ha⁻¹ en balance con 13,2 t ha⁻¹ producido por el control. Esto asoció con un mejor tamaño de la mazorca y mayores tasas de fotosíntesis y producción de biomasa. El Vermicompost no influyó en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz.

Del mismo modo se exponen el estudio de Bravo y Loor (2021), en el que determinaron el efecto del hidrogel y vermicompost en la producción de pasto se realizó en la Unidad de Investigación de Pasto y Forrajes de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, en cantón Calceta de la provincia de Manabí indicando como objetivo general evaluar el efecto del hidrogel y vermicompost sobre la productividad del pasto Cuba OM-22 en época seca. En la redacción del estudio se evaluaron la aplicación de cuatro dosis de hidrogel: 0, 5, 10, 15 kg ha⁻¹ y dos dosis de vermicompost: 0 y 40 t ha⁻¹ el área experimental fue de 2000 m², estableciendo 48 parcelas de 3m de largo y 3 m de ancho, separadas a 1m y entre replicas a 2m, en cada una de las parcelas y a una distancia de 0.60 x 0.60 m se realizaron los hoyos con una profundidad de 0.15m para colocar las respectivas dosis de hidrogel y vermicompost; un día antes de la plantación para obtener un mayor porcentaje y uniformidad de germinación.

Establecida la siembra del pasto se monitoreo durante las dos primeras semanas verificando la muerte de los esquejes para realizar la resiembra respectiva y alrededor de los 120 días el pasto lignifico y se inició el corte de uniformidad a 0.10m del suelo y cada 15 días se tomó datos de las variables a estudiar: altura de planta, diámetro del tallo, rendimiento de biomasa fresca y peso seco de la biomasa. Después de los 241 de la siembra el contenido de la humedad edáfica fue mayor de cuando se aplicaron 5,10 y 15 kg ha⁻¹ con valores de 25,23.2 y 23.4% respectivamente. a los 346 dds, se observó algo similar, el cual se pierde a los 372 dds. De acuerdo a las variables estudiadas la altura de la planta y el peso de materia seca fueron significativas a la del testigo en cualquiera de las dosis aplicadas del hidrogel. En la

aplicación de 40 t ha⁻¹ de vermicompost se verificó el incremento significativo de la humedad del suelo y produjo mayor cantidad de materia seca de pasto buffel.

3.4.2 Uso de hidrogel en hortalizas.

El uso del hidrogel en cultivo de hortalizas tiene estudios tanto en su uso como sustrato o como retenedores de humedad, trabajos que se detalla a continuación como el de Torres et al. (2020) recalca en su investigación realizada en Querétaro con la utilización del polímero como sustrato donde se agregan soluciones nutritivas para el desarrollo del cultivo de tomate y del pepino. El objetivo de este trabajo fue utilizar hidrogel de acrilato de potasio por su capacidad de disminuir la pérdida de fertilizantes y ser reserva de agua, permitiendo mantener la producción de los cultivos.

El experimento se realizó en la primera fase con la caracterización física del acrilato de potasio y la mezcla de fibra de coco, logrando establecer los cultivos en un invernadero de 108 m² los cuales se utilizaron tres tratamientos: 100% (1), 200% (2) y 500% (3), por triplicado y la evaluación se dio en el tiempo total de 3 horas con muestreos de cada 30 minutos. En la mezcla de acrilato de potasio y fibra de coco para la retención de humedad dio como resultado el T1 retuvo mayor cantidad de agua en el recipiente de 28 y 48% más en una temperatura de 30 °C, temperatura promedio de una región semiárida y en cuanto al fertilizante se muestra un ahorro de 747 ppm de nitrógeno y 139 ppm de fósforo aproximadamente por planta.

En el rendimiento del cultivo de pepino se obtuvo una variable de 3 plantas por m² con una longitud promedio de planta fue de 200 cm y en el fruto: diámetro de 4.22 cm, longitud de 23.036 cm y un rendimiento de 2.3 kg m², mientras que en el tomate se presentaron homogeneidad en tamaño de planta, número y tamaño de fruto, con un rendimiento de 6 plantas m² para un total de 28.3 kg m². Trabajo que concluye que con el rendimiento obtenido se logró la reducción del consumo de agua y fertilizante factores que ayudan a la economía y ecología agrícola.

Otro estudio realizado bajo condiciones ambientales diferentes es el de Beltrán, (2020) el cual se desarrolló en la Granja Experimental “La Pradera” de la parroquia San José de Chaltura de la provincia de Imbabura, con el objetivo de evaluar el comportamiento del cultivo de lechuga y la eficiencia del uso de agua utilizando poliacrilato de potasio además de evaluar la influencia del poliacrilato de potasio en el rendimiento del cultivo y cuantificar la

eficiencia del uso de agua. El estudio fue los niveles del poliacrilato de potasio fue de 0, 0.25, 0.50 y 0.75 g. por planta bajo las condiciones climáticas controladas aplicando un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro niveles y tres niveles evaluando las siguientes variables: longitud de raíz, área foliar, materia seca de la raíz y parte aérea y concentración de clorofila. Los resultados de la investigación indicaron que el poliacrilato de potasio si influye en el rendimiento de la planta de lechuga, la dosis 0.25 g reflejó un mejor rendimiento de esta hortaliza que fue de 39 g/planta. No se presentaron significancias en el uso eficiente del agua, pero existió un ahorro en 10.86% en el consumo de agua con la aplicación de 0.50 g poliacrilato.

Los resultados permitieron comprobar que el poliacrilato de potasio es una alternativa eficaz para retener el agua en el suelo, los beneficios en producción y en el ahorro hídrico compensan de alguna manera la inversión al utilizar estos retenedores.

3.4.3 *Uso de hidrogel en cultivos perennes.*

Mediante estudios realizados en el uso de hidrogel en cultivos perennes se destaca el presente trabajo de Vicuña, (2018), el cual se realiza en el bosque y Vegetación Protector Papagayo de Guayaquil que se encuentra en la provincia del Guayas. El estudio se desarrolló en una superficie de 5000 m² de superficie, dividido en dos parcela de 25m x 100 m, mitad superior del bloque corresponde a la parcela del tratamiento con hidrogel y la mitad inferior al tratamiento de control sin hidrogel, siendo cada parcela subdividida en cinco parcela de 50 m x 20 m en las que se plantó cinco especies vegetales nativas del bosque seco del Ecuador como fueron: Amarillo(*Centrolobium ochroxylum*), Cocobolo (*Cynometra bauhiniifolia*), Ébano (*Ziziphus thyrsoiflora*), Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana*) y Pechiche (*Vitex gigantea*).

El objetivo de este trabajo es evaluar la efectividad del hidrogel para garantizar un buen prendimiento de las plantas con enfoque en la reforestación con especies nativas, logrando de esta manera la recuperación de su estructura y composición del bosque con las cinco especies obteniendo como resultado de la aplicación del hidrogel a las plantas es que alcanzan una mayor altura a las que no se les coloco el tratamiento aplicado además ayudó a la supervivencia del Ébano con 75%, seguido del Amarillo con 70%, Fernán con 65% y el pechiche con 65%. Logrando así un prendimiento de las plantas con un 67% de supervivencia con la utilización del hidrogel mientras que sin el uso del hidrogel solo se

obtuvo el 31%, concluyendo que el uso del polímero garantiza un mayor porcentaje de supervivencia en las plantaciones forestales realizadas en el bosque seco durante la época de sequía.

De igual manera se detalla el trabajo de Duarte, et al, (2019), estudio que se desarrolló en la Sociedad de Producción Rural “Campo Aguilar” región semiárida de Caborca, Sonora zona que depende exclusivamente del agua de riego de pozos profundos que se extraen de acuíferos debido a la baja disponibilidad de agua y de los altos costo de la energía requerida para su extracción, así como el incremento en la demanda del sector agrícola. La evaluación se realizó en el ciclo 2016- 2017 en un huerto de olivo de 17 años establecido, sembrado con un marco de plantación de 10 x 5 m (200 árboles ha⁻¹). El experimento evaluará cuatro tratamientos formados por dos niveles de riego al 100% y 50% de humedad, en combinación con la aplicación de 10 kg ha⁻¹ de hidrogel (BountiGel), los cuales se distribuyeron de la siguiente manera; T1: testigo productor cooperante (R 100%), se realiza el riego con goteros de 8 LH⁻¹ durante todo el año. T2: R100%+ H, tratamiento que se adiciona 50 g árbol en un total de 10 kg ha⁻¹ de hidrogel. T3: DR50%, consistió en reducir 50% del volumen de agua aplicado al tratamiento testigo con el uso de goteros de 4 L h⁻¹. T4: R50% + H, al tratamiento DR50% se le adicionaron 10 kg ha⁻¹ de hidrogel distribuidos en 50 g árbol⁻¹.

A los tratamientos evaluados se le aplico un total de 66 riegos durante todo el año logrando que los tratamientos 3 y 4 (DR50% y DR50% + H) se minimice a 30 riegos, es decir se redujo en un 50% el volumen de agua aplicado con respecto al testigo (R100%), además el otro parámetro evaluado es el rendimiento y la calidad del fruto, que de acuerdo al testigo no afecto en lo absoluto a los parámetros y tratamientos evaluados.

3.4.4 Uso de hidrogel en especies forestales.

En el estudio realizado por Barcia & Ontaneda,(2017) fue realizado en la parroquia San José de Ancón, comuna Prosperidad en la propiedad del señor Avelino Lizandro, obteniendo como objetivo determinar el comportamiento agronomico de la especie forestal guasango en el prendimiento inicial utilizando tres tratamientos :waterboxx(T1), hidrogel(T2) y el convencional (T3) de los cuales se obtuvo como resultado el 100% en el prendimiento con el waterboxx, con un 90% con el hidrogel y un 88% del convencional. Determinando la evaluación de diferentes variables en el desarrollo del cultivo: dimetro´del tallo,número de hojas, diámetro de copa, altura de la planta y la cantidad de agua utilizada en cada tratamiento,

datos obtenidos mediante la toma diaria de 180 días de los cuales resulto conveniente aplicar el tratamiento 1 con mayor porcentaje de prendimiento de las plantas con el agua a utilizar en las zonas áridas y semi- áridas.

De la misma manera se detalla a continuación el trabajo de Orrala y Ontaneda (2018), el cual se desarrolla en la zona árida de la Península de Santa Elena en la especie forestal algarrobo (*Prosopis juliflora*(SW)DC.), estudio que implemento un metodo de prendimiento como el ensayo anterior evaluando el mismo método pero con la aplicación de un diseño experimental DBCA con tres tratamientos y siete repeticiones donde los resultados obtenidos se lograron despues de 180 días, demostrando que el tratamiento 1 que fue el uso del hidrogel es el mejor para el prendimiento de esta planta adaptandola a un prendimiento optimo en las zonas secas de Ancón.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Luego de aplicar la metodología para evaluar el efecto del hidrogel, se determina los resultados mediante la recolección de información en el estudio de los diferentes cultivos y zonas en las cuales se puede afirmar que la implementación de soluciones biotecnológicas como la utilización del acrilato de potasio y poliacrilato de potasio (Hidrogeles) en los suelos o como sustrato para el desarrollo del cultivo, logrando aumentar la capacidad de retención de agua de los terrenos donde se encuentra los cultivos reflejada en la disminución del agua y tiempo de riego.

Mediante los estudios realizados en las universidades de Guayaquil, Imbabura y México sobre el efecto del hidrogel se pudo determinar que la utilización del polímero en diversos tipos de cultivo logra un impacto positivo en los factores importante en la agricultura los cuales se detallan en el grafico a continuación.

En el gráfico 1 se detalla que mediante la aplicación de diferentes tratamientos y recopilación de datos en el uso del hidrogel mezclado con diferentes tipos de abonos orgánicos da como resultado que el suelo mejora en un 95% en calidad y retención de humedad lo cual concuerda con el estudio realizado por Bravo y Loor (2021), el cual detalla que al colocar el hidrogel con vermicompost aumenta la retención de humedad y se produce mayor cantidad de materia seca ; mientras que el estudio de Duarte et al. (2019) recalca que el ahorro del agua es de un 50% al disminuir el riego de 66 a 30 anualmente , así el uso del agua en zonas desérticas disminuye incluyendo el costo de transportar el agua, estudios que recalcan que la utilización de diversos tipos de cultivos tiene un 99% de prendimiento y desarrollo vegetativo que no influye en el rendimiento y productividad de las hortalizas , gramíneas y los cultivos perennes.

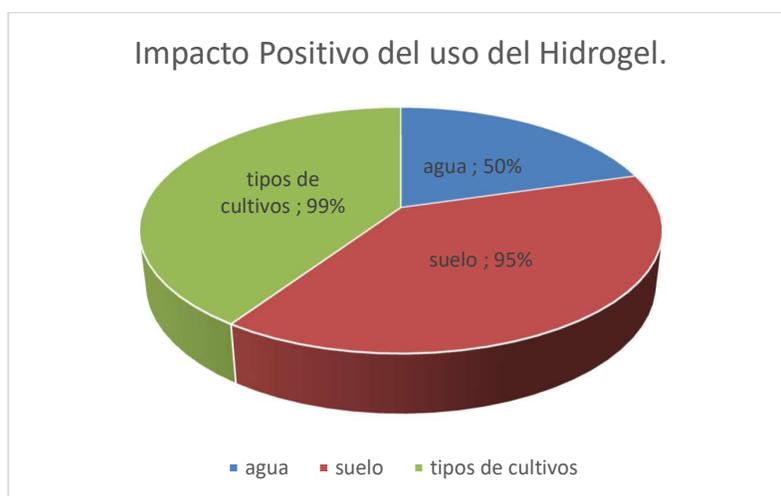


Gráfico 2. Impacto positivo del uso del hidrogel en los factores principales para cultivar.

Mediante la aplicación del polimero se logra determinar que de acuerdo a la textura o tipo de suelo se logra mejor beneficio para la capacidad de retener agua por mas tiempo, ademas del efecto positivo que es la capacidad de absorber y mejorar la calidad de los suelos

mediante el aprovechamiento con el hidrogel ya que muchos suelos son muy permeables, logrando una mayor infiltración del agua y otros suelos tienen menor capacidad de infiltración otorgándole una buena humedad al cultivo como lo detalla a Martínez (2016), en su trabajo desarrollado donde determina que de acuerdo a la composición del suelo se puede determinar la retención y porcentaje de humedad.

La utilización del polímero con la vermicomposta tiene como resultado grandes beneficios en los cultivos agrícolas, además de obtener una mayor retención de humedad del suelo el humus aporta a la aparición de bacterias que ayudan a la fijación de nitrógeno lo cual ayuda para el crecimiento y desarrollo de las plantas, además que forma un equilibrio con el fertilizante a incorporar al suelo ayudando a la economía del agricultor con lo cual se debe de tomar en cuenta el origen del hidrogel sea este natural, sintético o semi-sintético para obtener mayor ventaja (Zambrano y Macay, 2021).

Todos los resultados de los trabajos estudiados señalan que el uso del hidrogel aporta grandes ventajas para el cultivo, agricultor, suelo y al medio ambiente donde se incorpore logrando una mejor y mayor germinación debido al aumento de la capacidad de retención de agua durante un tiempo prolongado, disminuyendo el lixiviado de los nutrientes lo cual reduce el costo de riego y optimiza la fertilización, permitiendo que la planta desarrolle las raíces y sea de calidad logrando obtener un cultivo con baja tensión por la falta de agua en las zonas áridas o desérticas.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Al indagar las bases de datos de las diferentes revistas científicas indexadas, se pudo analizar la información del uso del hidrogel a diversos cultivos.
- Mediante el proceso de redactar los resúmenes de cada artículo leído en el estudio del efecto del hidrogel en la aplicación de la agricultura se encuentran los diversos aspectos positivos como: ahorro de agua para el riego del cultivo, evitando la erosión del suelo, mejorando la rentabilidad y productividad de los cultivos además de beneficiar al agricultor con el ahorro del fertilizante a utilizar, logrando así un aumento económico.
- El presente trabajo de revisión bibliográfica pretende ser aporte al conocimiento brindando información para el establecimiento de investigaciones en el área de manejo sostenible del recurso hídrico con enfoque agroecológico.

5.2 Recomendaciones

- De los resultados obtenidos de las diferentes fuentes se recomienda la aplicación del hidrogel a distintos cultivos, donde se espera brindar ayuda a los agricultores de las zonas áridas de nuestro país.
- Realizar investigaciones sobre el manejo de hidrogel en la península de Santa Elena.

BIBLIOGRAFIA

- Anon., 2012. *InfoAgro*. [En línea]
Available at:
http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_pepino_parte_i.asp
[Último acceso: 29 enero 2019].
- Arroyo, A. L., 2020. *Vitex gigantea kunth*, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS.
- Barcia, E. E. O. & Ontaneda, M. J. V., 2017. *Sobrevivencia del gusano (Loxopterigium huasango Spruce), bajo tres métodos de Prendimiento en la parroquia Ancón de la provincia de Santa Elena.* [En línea]
Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/3992>
[Último acceso: 4 mayo 2021].
- Barreno., B. A. M., 2019. *EVALUACIÓN DEL BIOSOL GENERADO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS , COMO BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE LECHUGA (Lactuca sativa).*, CEVALLOS- ECUADOR : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Beltrán., J. F. R., 2020. *Evaluación del comportamiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) y Eficiencia del uso de agua utilizando poliacrilato de potasio en la granja experimental la Pradera, Imbabura.*, Ibarra: s.n.
- Bio-Nica, 2014. *Guía técnica del cultivo de Pepino.* [En línea]
Available at: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/pepino%20guia%20tecnica.pdf>
- Bravo, M. L. & Loor, Z. J., 2021. *Efecto del hidrogel y vermicompost sobre la productividad del pasto cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x P. Glaucum) en época seca.* [En línea]
Available at: <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1437>
[Último acceso: 1 mayo 2021].
- Caceres, E., 2008. *Produccion de Hortalizas.* Costa Rica: s.n.
- Cairampoma, M. R., 2015. Tipos de Investigación Científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación.. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria.*, 16(1), pp. 1-14.
- Casaca, Á. D., 2005. *El cultivo de pepino.* [En línea]
Available at:
<http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2286/pepino.pdf>
- Cevallos, C. A. M. & Alcívar, R. J. H., 2018. *CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL AMARILLO GUAYAQUIL BAJO CONDICIONES DE BOSQUE SECO*

TROPICAL., Chone - Manabí - Ecuador: UNIVERSIDAD LAICA" ELOY ALFARO " DE MANABÍ.

Delgado, L. M. G. R., 2010. *ESTUDIO DE LA INCORPORACIÓN Y DISPERSIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA EN RECUBRIMIENTOS POLIMÉRICOS A BASE DE HIDROGELES Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS.*, Saltillo-Coahuila: s.n.

Dominguez, A., 2010. *Cultivo de pepino.* [En línea]
Available at: <https://educalingo.com/es/dic-es/pepino>
[Último acceso: 28 Enero 2018].

Duarte, R. M. y otros, 2019. Déficit de riego y aplicación de hidrogel en la productividad de olivo en regiones desérticas.. *Revista mexicana de ciencias agrícolas.*, 10(2).

Duarte, R. M. y otros, 2019. Déficit de riego y aplicación de hidrogel en la productividad de olivo en regiones desérticas.. *Revista mexicana ciencias agrícolas*, 10(2).

Elizondo, H. y otros, 2021. HIDROGELES HÍBRIDOS DE QUITOSANO Y POLIETILENGLICOL. *Iberoamericana de Polímeros.*, 22(2), pp. 97-112.

Félix, M. D. E. R., 2006. *SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE HIDROGELES DE REDES SEMI-INTERPENETRADAS BASADAS EN POLI(ACRILAMIDA) Y POLI(ÁCIDO-Y-GLÚTAMICO).*, Saltillo- Coahuila: s.n.

French, S. G. G. & Hernández, J. C. G., 2017. *VIABILIDAD TÉCNICA, AMBIENTAL, SOCIAL Y FINANCIERA, EN LA UTILIZACIÓN DEL HIDROGEL, EN UN CULTIVO DE UCHUVA(Physalis peruviana) DEL MUNICIPIO DE BUENAVISTA- BOYACÁ(COLOMBIA).*. Bogotá D.C.: s.n.

Fuentes Paz, E. S., 2015. *DESCRIPCIÓN DE LA DINÁMICA DE ABSORCIÓN NUTRIMENTAL EN EL CULTIVO*, Guatemala: IIA.

Goites, I. A. E. D., 2008. *Manual de cultivos para la Huerta Orgánica Familiar.*, Buenos Aires: INCLUIR.

Hérmendez., I. A. U. A., 2020. *BAGAZO COMO ALTERNATIVA DE CONSERVACIÓN DE HUMEDAD EN EL CAMPO CAÑERO DEL INGENIO LA MARGARITA,S.A. DE C.V.*, Orizaba-Córdoba: Universidad Veracruzana.

Hernandez, O. G., 2007. *Hidrogeles mejorados de Cultivos Agrícolas*, Saltillo,México: s.n.

InfoAgro, 2012. *Cultivo de peino.* [En línea]
Available at:

http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_pepino_parte_i.asp
[Último acceso: 29 enero 2019].

Jazmín, A. C. G. y otros, 2017. *Guía fotográfica de las plantas útiles de la familia Poaceae en el Ecuador.*, Latacunga- Ecuador.: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI..

López Zamora, C., 2003. *Cultivo de pepino.* [En línea]
Available at:
<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Pepino%202003.pdf>
[Último acceso: 31 Enero 2019].

Lopez, C., 2003. *Cultivo de pepino.* Primera ed. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.

Macías, D. R. y otros, 2019. Deficit de riego y aplicación de hidrogel en la producción de olivo en regiones desérticas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 31 marzo.10(2).

Martínez., P. Z., 2016. Determinación de la retención de humedad con y sin hidrogel en dos tipos de suelo.. *Revista Tlamati Sabiduría* , 7(2).

Moltaván, A. A. A., 2017. "COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES HÍBRIDOS DE PEPEINO (*Cucumis sativus*) CON DIFERENTES SISTEMAS DE TUTORADOS EN LA ÉPOCA SECA EN LA ZONA DE MOCACHE.", Quevedo - Los Ríos - Ecuador: Universidad técnica Estatal de Quevedo..

Morán., G. D. R., 2020. *EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA DE MALEZA EN EL CULTIVO DE MAIZ DURO(*Zea mays* L.) EN LA ZONA VENTANAS- LOS RÍOS.*, Milagro - Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador..

Morán, M. A. L., 2018. *Estudio Agrosocio Económico de la Producción del Fruto del Algarrobo(Prosopis juliflora(SW)DC. en la comuna Las Balsas del cantón Santa Elena.*, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena..

Orozco, C., 2013. *Hortalizas.com.* [En línea]
Available at: <https://www.hortalizas.com/directorio/producto/diamante/>
[Último acceso: 02 08 2019].

Orrala, Á. K. T. & Ontaneda, J. V., 2018. *Evaluación de tres métodos de plantación en el prendimiento de la especie forestal algarrobo Prosopis juliflora SW DC. en la zona seca árida de Ancón, cantón Santa Elena.* [En línea]
Available at: <http://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/handle/46000/4283>
[Último acceso: 4 mayo 2021].

Párraga, J. R. B. & Vera., L. A. C., 2017. *VALORES NUTRITIVOS DEL PASTO Cuba OM-22(Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum), SOMETIDO A*

CUATRO INTERVALOS DE CORTE EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL.,
CALCETA: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ.

Pedroza, Z. A., Yáñez Chávez, L., Sánchez Cohen, I. & Samaniego Gaxiola, J.,
2015. Efecto del hidrogel y vermicomposta en la producción de maíz. *Revista fitecnis*
mexica, 38(4).

Rodríguez, I. A. B., 2013. *Guía Técnica SAF para la Implementación de Sistemas*
Agroforestales(SAF) con Árboles Forestales Maderables., Costa Rica: Eurodigital.

Rojas, J., 2015. *Salud y bueno alimentos.* [En línea]

Available at:

<http://saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Verduras%2FHortalizas&s2=Frutos&s3=Pepino>

[Último acceso: 24 Enero 2019].

Roman, J., 2010. *Semillas Capelo.* [En línea]

Available at: <https://www.scapelo.com/productos/coral-fl/>

[Último acceso: 31 7 2019].

Salinas, B. J. H. & Laguna, B. J. L., 2020. *Caracterización socioeconómica y*
agronómica en sistemas de producción de tomate(Solanun Lycopersicum L.), La
Trinidad, Estelí, Nicaragua, 2019-2020., Managua, Nicaragua: Universidad Nacional
Agraria..

Seminis, 2011. *Seminis, Bayer.* [En línea]

Available at: <https://seminis-andina.com/productos/humocaro/371>

[Último acceso: 01 8 2019].

Silva., V. M., 2017. *EL CULTIVO DE LAS HORTALIZAS.*, Calacoto- La Paz: IERA.

Silva, M. A. A. L. & Norori, M. I. V., 2004. *Cultivos de Cobertura para Sistemas de*
Cultivos Perennes, Nicaragua : Universidad Nacional Agraria..

Suslov, T. Y. M. C. 2., 2014. *Cucumber: Recommendations for maintaining*
postharvest quality. [En línea]

Available at: <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/CucumberPhotos/>

[Último acceso: 2014].

Torres, A. E. O., Laura Berenice Flores Tejeida, R. G. G. G., García, E. R. &
Zarazua., G. M. S., 2020. El Hidrogel acrilato de potasio como sustrato en cultivo de
pepino y jitomate.. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas.*, 11(6), pp. 1447-1453.

Valadez, L., 2010. *Producción de hortalizas.* México: Limusa.

Vicuña., A. X. D., 2018. *Efectividad del gel hidrorretenedor en el cultivo de 5 especies de árboles nativos del bosque seco de la costa de Ecuador.*, Guayaquil: Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil .

Villalta, J. E. B., 2017. *PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LA ESPECIE FORESTAL GUASANGO(Loxopterygium huasango Spruce ex Engl) UTILIZANDO DOS TIPOS DE ESTACAS EN VIVERO, EN LA COMUNA PALMAR , PROVINCIA DE SANTA ELENA.*, La Libertad : Universidad Estatal Península de Santa Elena..

Zambrano, J. J. L. & Macay, L. M. B., 2021. *Efecto del hidrogel y vermicompost sobre la productividad del pasto cuba OM-22(Pennisetum purpureum x P. glaucum) en época seca.*, Calceta : s.n.