



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ  
EXTENSIÓN CHONE**

**CARRERA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO:**

**INFLUENCIA DE LA FRECUENCIA DE RIEGO EN UN SUELO CON  
HIDROGEL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS HÍDRICAS DEL  
SUELO Y AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE MARACUYÁ  
(*Passiflora edulis*)**

**AUTORES:**

**ALAVA AVEIGA ANDERSON JAVIER  
ALCÍVAR ESPINAL JORGE ARNALDO**

**TUTOR:**

**ING. RUBÉN RIVERA FERNÁNDEZ, M.Sc.**

**CHONE, ENERO 2018**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Rubén Darío Rivera Fernández, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, en calidad de Director del Trabajo de Titulación.

### CERTIFICO:

Que el presente TRABAJO DE TITULACIÓN titulado: **“INFLUENCIA DE LA FRECUENCIA DE RIEGO EN UN SUELO CON HIDROGEL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS HÍDRICAS DEL SUELO Y AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)”** ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este trabajo de titulación son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: **Alava Aveiga Anderson Javier** y **Alcívar Espinal Jorge Arnaldo**, siendo de su exclusiva responsabilidad.

---

Ing. Rubén Darío Rivera Fernández M.Sc.

TUTOR

Chone, enero de 2018

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones presentados en este trabajo de titulación, es exclusividad de sus autores.

Chone, enero de 2018

---

Alava Aveiga Anderson Javier  
**AUTOR**

---

Alcívar Espinal Jorge Arnaldo  
**AUTOR**

## **APROBACION DEL TRABAJO**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“INFLUENCIA DE LA FRECUENCIA DE RIEGO EN UN SUELO CON HIDROGEL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS HÍDRICAS DEL SUELO Y AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)”** elaborado por los egresados **Alava Aveiga Anderson Javier** y **Alcívar Espinal Jorge Arnaldo** de la carrera de Ingeniería Agropecuaria.

Chone, enero de 2018

-----  
Ing. Odilón Schnabel Delgado

**DECANO**

-----  
Ing. Rubén Darío Rivera Fernández

**TUTOR**

-----  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

-----  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

-----  
**SECRETARIA**

## **DEDICATORIA**

Como reconocimiento de admiración y amor dedico mi tesis de grado a Dios por las bendiciones recibidas y por estar presente en todos los momentos de mi vida.

A mis padres, hermanos, sobrinas, novia y a mi familia por su amor, apoyo y comprensión incondicional.

Y a todas aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi período de estudio.

Anderson Javier Alava Aveiga

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mis padres y a toda mi familia por ser las personas fundamentales en el logro de esta meta tan anhelada.

A mi esposa y a mi amado hijo por ser mi motivación y fuerza para seguir adelante y

A todas aquellas personas que siempre me brindaron su apoyo para poder llegar al final de esta carrera universitaria.

Jorge Arnaldo Alcívar Espinal

## **RECONOCIMIENTO**

A Dios, el ser más sublime y divino expresamos nuestros más sinceros agradecimientos porque nos ha guiado toda la vida.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, esfuerzo y consejos, los cuales nos han permitido llegar a realizar una de nuestras grandes metas.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por brindarnos una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día;

A todos quienes conforman la Carrera de Agropecuaria, a los profesores por quienes hemos llegado a obtener los conocimientos necesarios para poder desarrollar la tesis, de manera especial a el Ing. Rubén Rivera Fernández, por compartir sus consejos en todo momento.

Los Autores

## RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de determinar la influencia de la frecuencia de riego en un suelo con hidrogel sobre las características hídricas del suelo y agronómicas del cultivo de maracuyá. Se estudió cuatro frecuencias de riego 2 (testigo), 15, 30 y 45 días. Se utilizaron 12 plantas de maracuyá en cada tratamiento y se agregó 4 g de hidrogel hidratado las frecuencias de 15, 30 y 45 días. En cada riego se aplicó alrededor de 8 L/p en los tratamientos y al testigo se estimó mediante el método del tanque tipo A. Se evaluó variables vegetativas como: altura de la planta, número de hojas y número de guías; además, del consumo de agua y costo beneficio. El consumo de agua se disminuyó considerablemente con la aplicación de hidrogel sin que afecte el normal crecimiento del cultivo, aunque se observó diferencias estadísticas con respecto al testigo. Por otro lado, la aplicación de hidrogel reduce considerablemente el costo de la aplicación de riego en el cultivo. En zonas donde existe escases de agua para riego es posible utilizar como alternativa el hidrogel en el cultivo de maracuyá sin que este se vea afectado en su crecimiento.

**Palabras claves:** cultivo, guías, hidrogel, maracuyá, riego.

## **ABSTRACT**

The investigation was carried out with the objective of determining the influence of the frequency of irrigation in a soil with hydrogel on the soil water and agronomic characteristics of the passion fruit cultivation. Four irrigation frequencies 2 (control), 15, 30 and 45 days were studied. 12 passion fruit plants were used in each treatment and 4 g hydrated hydrogel was added at frequencies of 15, 30 and 45 days. In each irrigation, about 8 L / p was applied in the treatments and the control was estimated using the tank type A method. Vegetative variables were evaluated such as: height of the plant, number of leaves and number of guides; In addition, water consumption and cost benefit. The consumption of water was considerably reduced with the application of hydrogel without affecting the normal growth of the crop, although statistical differences were observed with respect to the control. On the other hand, the application of hydrogel considerably reduces the cost of the irrigation application in the crop. In areas where there is a scarcity of water for irrigation, it is possible to use the hydrogel as an alternative in the cultivation of passion fruit without it being affected in its growth.

**Keywords:** cultivation, guides, hydrogel, passion fruit, irrigation.

## ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	III
APROBACION DEL TRABAJO.....	IV
DEDICATORIA .....	V
DEDICATORIA .....	VI
RECONOCIMIENTO.....	VII
RECONOCIMIENTO.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN .....	1
Problema de investigación .....	2
Objeto de investigación.....	2
Campo de acción .....	2
Objetivo general.....	2
Tareas de investigación .....	3
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Polímeros.....	4
3.2. Polímero hidrofílico .....	5
3.3. Hidrogel .....	5
3.3.1. Propiedades del hidrogel .....	6
3.3.2. Aplicación de hidrogel .....	6
3.3.3. Impacto ambiental.....	7
3.3.4. Hidrogel Newgel G .....	7
3.4. Maracuyá .....	8
3.4.1. Variedades existentes.....	9
3.4.2. Descripción botánica.....	9
3.4.3. Descripción taxonómica .....	10
3.5. Riego .....	13
3.6. Riego deficitario .....	13
CAPÍTULO II DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO .....	15
2.1. Ubicación .....	15

2.2. Material experimental .....	15
2.3. Manejo del experimento .....	15
2.4. Variables analizadas .....	16
2.4.1. Vegetativas .....	16
2.4.2. Consumo de agua .....	16
2.4.3. Estimación económica .....	16
2.5. Resultados .....	16
2.5.1. Variables de riego .....	16
2.5.2. Variables vegetativas del maracuyá .....	17
2.5.3. Valoración económica .....	20
CAPÍTULO III PROPUESTA .....	21
3.1 Frecuencia de riego en maracuyá con la aplicación de hidrogel. ....	21
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	22
4.1. Conclusiones .....	22
4.2. Recomendaciones .....	22
BIBLIOGRAFÍA .....	23
ANEXOS .....	25

## INTRODUCCIÓN

El uso racional y eficiente del agua de riego para los cultivos es un factor que cada día toma mayor importancia. En este sentido emplear polímeros que permitan incrementar la capacidad de retención de agua del suelo presenta ventajas como: aprovechar mejor el agua de lluvia o riego, disminuir las pérdidas por filtración, contribuir a mejorar la eficiencia en el manejo del agua, minimizar los costos y proteger los ecosistemas (Idrobo *et al.*, 2010).

Las técnicas de riego en diferentes cultivos han crecido notoriamente, y el hidrogel es una técnica muy efectiva para reducir la disponibilidad de agua de riego para el cultivo y mejorar las condiciones del suelo, como lo señalan Zonta *et al.* (2009) que los beneficios del riego a una cultura particular, solo se puede llegar en toda su plenitud cuando el sistema de riego se utiliza con criterios de gestión que se traducen en aplicaciones de agua en cantidades consistentes con la cultura de las necesidades de consumo.

Al mezclar el hidrogel con el suelo se logra un impacto positivo, ya que, aprovechar mejor el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por filtración, y, por algún otro lado, también se consigue disminuir la evaporación de la misma. Estos factores son suficientes para mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo. Además, la utilización de polímeros también produce una mejora de la estructura del suelo y de la aireación del mismo. Así el uso de este tipo de polímeros permitirá, por ejemplo, la recuperación de zonas semiáridas o terrenos de cultivo abandonados y poco fértiles cuando se emplea de forma extensiva (Rojas *et al.*, 2006).

Asimismo, la aplicación de retenedores de agua se considera factible porque, aunque puede presentar costos adicionales, si se hace un comparativo de costo beneficio a largo plazo se tendrá que el uso extensivo de éstos, permitirá que el beneficio sea mayor al costo. Pues la incorporación de tierras al proceso productivo deriva directamente en beneficios económicos a los propietarios de las

mismas permitiendo además el aprovechamiento del agua de una manera racional y sin afectar el ambiente (Erazo., 2011).

Además de esto, la capacidad del hidrogel de absorber agua y proporcionarla lentamente a las raíces de las plantas ayuda a mejorar algunas características del suelo, así también la concentración del polímero en el suelo, hay una mayor retención de agua, reduce la pérdida de nutrientes por percolación y mejora la aireación y drenaje del suelo acelerando el desarrollo del sistema radicular y de la parte aérea de las plantas (Zonta *et al.*, 2009).

### **Problema de investigación**

Actuales tendencias a nivel mundial apuntan hacia una clara defensa de nuestras reservas de agua, el uso de las nuevas tecnologías en el proceso de riego permitirá a futuro optimizar de manera dramática el uso del agua. Los retenedores de agua favorecen el desarrollo de las plantas cuando carecen de precipitación suficiente, ya que absorbe y retiene grandes cantidades de líquido y nutrientes cuando se aplican en el suelo o en cualquier otro medio de crecimiento.

En la zona norte de Manabí lamentablemente, existe poca información de estas nuevas tecnologías aplicables a los cultivos, el desconocimiento por parte de los técnicos sobre la utilización de los retenedores de agua genera que en el campo estos sean prácticamente desconocidos en lo referente a la eficiencia de conservar vivas a las plantas en época de escasez de lluvia y realizar una correcta gestión de riego.

### **Objeto de investigación**

Frecuencia Riego.

### **Campo de acción**

Frecuencia de riego en suelo con hidrogel.

### **Objetivo general**

Determinar la Influencia de la frecuencia de riego en un suelo con hidrogel sobre las características hídricas del suelo y agronómicas del cultivo de maracuyá.

### **Tareas de investigación**

- Realizar un análisis del estado del arte referente al uso de hidrogel, características agronómicas y riegos del cultivo de maracuyá.
- Determinar la frecuencia de riego que no afecte las características agronómicas del cultivo de maracuyá.
- Realizar una estimación económica de los tratamientos en estudios.

## **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Polímeros**

La palabra polímero proviene del griego “poly”, que significa muchos y “meros”, que significa parte o segmento. Un polímero es una macromolécula la cual está compuesta por la unión de miles de moléculas pequeñas llamadas monómeros; este término está compuesto por tres raíces griegas “poly” que significa muchos, “mono” que significa uno y “meros” que significa parte. Por lo tanto, se considera una macromolécula cuando se tienen moléculas cuya masa es superior a las 10,000 UMA (unidad de masa atómica), si esta macromolécula se obtiene al repetirse un patrón de átomos (monómeros) a lo largo de la misma se obtiene un polímero, generalmente unido por enlaces covalentes (Zuñiga, 2014).

Existen polímeros de origen natural o biopolímeros como, por ejemplo: proteínas, celulosa, caucho, almidón, etc., y polímeros sintéticos. La introducción de estos nuevos materiales ha impulsado muchas investigaciones acerca de los polímeros que continua día a día, esto se debe principalmente a que las síntesis suelen ser de bajo costo y las propiedades conseguidas comparables, y a veces superiores, a las de los análogos naturales, por esto hoy en día los plásticos forman parte de nuestro diario vivir con diversos campos de aplicaciones, lo cual a provocado que el crecimiento de esta industria sea de mayor desarrollo dentro del área de los materiales (Aravena y Rojas, 2005).

Son aditivos de alta capacidad de retención hídrica y mejoran la eficiencia en el uso del agua por parte de las plantas. Son polímeros super absorbentes de gran calidad debido a su estructura reticulada tridimensional y a la capacidad de hidratación de sus grupos carboxílicos, incrementan la capacidad del suelo para mantener la humedad y proporcionarla fácilmente a las plantas, cuando éstas la necesiten. Actúan como un verdadero almacén de agua en la zona radicular de las plantas, proporcionando un crecimiento más rápido y sano de las plantas y a la vez reducen los costos debido a los riegos (Cárdenas, 2007).

### **3.2. Polímero hidrofílico**

Los polímeros hidrofílicos son moléculas orgánicas de cadena larga y elevado peso molecular, unidas mediante enlaces trasversales entre las cadenas (redes) lo que da origen a una estructura reticulada tridimensional (Kazanskii y Dubroskii, 1991).

El primer polímero hidrofílico o hidrogel súper absorbente fue reportado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América y lo aplicaron en la retención de humedad y en la liberación de nutrimentos. Los hidrogeles se han empleado en agricultura para realizar estudios de crecimiento de plantas en el laboratorio, para el trasplante en terrenos “sin tierra” y también para analizar su efecto sobre el consumo de agua y nutrimentos en suelos bajo condiciones controladas. En esta última aplicación se han empleado para analizar el efecto de la frecuencia de riego y el suministro de nutrientes, observando características del material como la capacidad de retención de agua tanto destilada como con altos contenidos de sales (Katime, 2004).

Estos polímeros también son llamados hidrogeles, se utilizan como acondicionadores del suelo ya que observen gran cantidad de agua mediante un proceso reversible que le permite realizar durante un largo periodo de tiempo, ciclos de absorción y desorción de agua (Katime, 2004).

### **3.3. Hidrogel**

Se conocen comúnmente como hidrogeles o superabsorbentes a los polímeros hidrofílicos o absorbentes. Los hidrogeles se pueden definir como materiales poliméricos entrecruzados en forma de red tridimensional de origen natural o sintético, que se hinchan en contacto con el agua formando materiales blandos y elásticos, y que retienen una fracción significativa de la misma en su estructura sin disolverse. La capacidad del hidrogel de absorber agua y proporcionarla lentamente a las raíces de las plantas mejora algunas características del suelo, tales como retención y disponibilidad del agua, aireación y disminución de compactación. Es utilizado en diversos sectores, como la agricultura y la

arquitectura paisajista, logrando reducir el consumo de agua hasta en un 50% (Idrobo *et al.*, 2010).

### **3.3.1. Propiedades del hidrogel**

El mecanismo por el cual los polímeros son capaces de absorber tanto volumen de soluciones acuosas no es solamente físico, sino que depende de la naturaleza química del polímero. El grado de hinchamiento viene determinado por la naturaleza de las cadenas de polímeros y la densidad de los enlaces transversales. Estos poseen un carácter hidrófilo debido a la presencia en su estructura molecular de grupos afines al agua (-OH, -COOH, -CONH<sub>2</sub>, -CONH-, -SO<sub>3</sub>H), la existencia de una red polimérica los hace insolubles en agua, y su suavidad y elasticidad se asocian con la hidrofobicidad de los monómeros y la densidad de entrecruzamiento. Cuando los hidrogeles se secan, la red hinchada se colapsa debido a la tensión superficial del agua, por lo que el gel seco (xerogel) es de tamaño mucho menor al del gel hinchado (hidrogel) (Burés, 1997).

En cada riego el crecimiento de la planta aumenta cuando los parámetros de la humedad, la aireación, temperatura, etc., se vuelven más ideales y disminuye cuando estos factores son menos favorables. Con el uso de los hidrogeles en la zona radical esta fluctuación es más lenta, en consecuencia, el crecimiento de la planta no se retrasa tanto como al aplicar los ciclos de irrigación o en caso de lluvias temporales (Katime, 2004).

### **3.3.2. Aplicación de hidrogel**

Una aplicación que está cobrando interés en la actualidad es el empleo de estos polímeros en el campo de la agricultura, para aumentar la capacidad de retención de agua del suelo, favoreciendo por tanto el desarrollo de las plantas. Al mezclar el hidrogel con el suelo se logra, por un lado, aprovechar mejor el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por filtración, y, por otro lado, también se consigue disminuir la evaporación de la misma. Estos factores son suficientes para mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo. Además, la utilización de polímeros también produce una mejora de la estructura del suelo y

de la aireación del mismo. Así el uso de este tipo de polímeros permitirá, por ejemplo, la recuperación de zonas semiáridas o terrenos de cultivo abandonados y poco fértiles cuando se emplea de forma extensiva (Rojas *et al.*, 2006).

En los últimos años la demanda de hidrogeles ha aumentado considerablemente en el área de cultivo y reforestación. De la misma manera, mezclado o esparcido en perforaciones en la tierra, el hidrogel conserva los nutrientes del agua, permitiendo espaciar el regado y conservar en buen estado las plantas sin tener que regarlas constantemente; retienen, además, la humedad alrededor de las semillas, mejorando y acelerando la germinación (Katime, 2004).

### **3.3.3. Impacto ambiental**

En general los hidrogeles según Jasso y Plascencia (1992):

- No contaminan el suelo, agua y organismos ecológicamente benéficos; siempre y cuando las concentraciones del monómero de acrilamida en la poliacrilamida sean menores de 0.05%, ya que es una neurotoxina y un cancerígeno.
- Poseen pH neutro.
- En su descomposición no dejan residuos peligrosos.
- Son biodegradables.
- No son tóxicos, ni volátiles.

### **3.3.4. Hidrogel Newgel G**

Los hidrogeles son una clase de materiales capaces de retener una gran cantidad de agua como consecuencia de su arquitectura tridimensional, formada por estructuras poliméricas entrecruzadas. NewGel G es el nombre del hidrogel que se utilizará en este proyecto, este hidrogel aumenta la capacidad de retención de agua en los suelos y en almácigos por la disminución de la filtración de agua y nutrientes, la evaporación y escorrentía superficial. Por ejemplo, 1 kilogramo de NewGel G es capaz de absorber hasta 250 litros de agua desmineralizada, cabe recalcar que las sales y los iones en el suelo o el agua de riego disminuye la

absorción de líquidos en condiciones de campo (Marketing Arm International, 2005).

Además, el NewGel G protege las plantas antes de que estas alcancen el punto de marchitez permanente, proteger el agua y los nutrientes de las plantas contra la escorrentía por lixiviación. El agua que normalmente se escurre, ahora permanece en el suelo para estar disponible para las plantas. NewGel es un polímero orgánico ambientalmente amigable que maneja la humedad en el suelo durante la sequía y la hace disponible a las plantas.

Asimismo, el NewGel G es un producto ambientalmente amigable.

- Es muy eficaz para su uso en jardinería, la silvicultura y la agricultura.
- Es biodegradable en el medio ambiente.
- Está aprobado para su uso en cultivos orgánicos.

❖ **Dosificación de NewGel G:** Según Marketing Arm International se debe usar 3 gramos de NewGel G por litro de suelo, el agua disponible para la planta se incrementa en un 30-50%. El uso de NewGel en suelos arenosos mejora la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de agua hacia las raíces más que los de un suelo franco-limoso.

### **3.4. Maracuyá**

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es un cultivo originario de América, muy rústico y de buena adaptación, la planta es leñosa y perenne, voluble, de hábito trepador y de rápido desarrollo. Esta planta es originaria de la región amazónica del Brasil, país que la civilizó cultivándola comercialmente e industrializando su jugo para darla a conocer en los mercados externos. La familia Passiflora, a la cual pertenece esta fruta, está formada, por cerca de 500 especies; la mayoría de ellas son nativas de las regiones tropicales de América, y más de 200, de Brasil. Algunas pocas son originarias de Asia, Australia, África e Islas del Pacífico (Tapia, 2013).

El cultivo de maracuyá en el Ecuador, se siembra principalmente en la Región Costa, y marginalmente en la Sierra, en el 2009, la superficie total fue de 24.382 hectáreas a nivel nacional, con una producción de 65.776 toneladas métricas. Este producto se ve afectado al no contar con tecnología apropiada, por mal uso de prácticas culturales, y por variaciones bruscas de precios (Tapia, 2013).

#### **3.4.1. Variedades existentes**

**Maracuyá amarillo.** - (*Passiflora edulis*, var. flavicarpa Degener). Presenta frutos vistosos de color amarillo con diversas formas. Esta variedad crece y se desarrolla muy bien en diferentes zonas de la Costa Ecuatoriana. Es una planta rústica y vigorosa (Visa agro, 2013).

**Maracuyá morado.** - (*Passiflora edulis*, Var. púrpura Sims). Presenta frutos de color morado-rojo. Esta variedad crece y se desarrolla en zonas templadas (Visa agro, 2013).

#### **3.4.2. Descripción botánica**

Según Agribusiness (1992), la describe taxonómicamente al maracuyá de la siguiente, manera:

- Reino Vegetal
- División: Angiospermas
- Clase: Dicotiledóneas
- Subclase: Archichlamydeae
- Orden: Passiflorales
- Suborden: Flacontineas
- Familia: Passifloraceae
- Género: *Passiflora*
- Especie: *Edulis*
- Variedades: Flavicarpa, Purpúrea
- Nombre vulgar: Maracuyá pasionaria, fruta de la pasión, parchita

### 3.4.3. Descripción taxonómica

De acuerdo a García (2002) la descripción morfológica de la planta de maracuyá es la siguiente:

**Raíz.** - El sistema radicular es totalmente ramificado superficial, sin raíz pivotante, distribuida en un 90% en los primeros 0.15-0.45 m. de profundidad, por lo que es importante no realizar labores culturales que remuevan el suelo. El 68% del total de raíces se encuentran a una distancia de 0.60 m del tronco, factor a considerar al momento de la fertilización y riego.

**Tallo.** - Es una planta trepadora, la base del tallo es leñosa, y a medida que se acerca al ápice va perdiendo esa consistencia. Estructura leñosa, flexible, cilíndrico o ligeramente angular y sin vellosidades. Cuando joven es de color verde con trazas rojizas o violáceas y cuando madura toma color marrón claro.

**Hojas.** - Son simples y alternas formadas por tres lóbulos con márgenes finamente dentados; miden de 7 a 20 cm. de largo y son de color verde profundo, brillante en el haz y pálidas en el envés De color verde brillante. En la axila de cada hoja, además de un zarcillo, existe una yema florífera y una yema vegetativa. La primera origina una flor y la segunda una rama. Las hojas del maracuyá tienen estípulas lanceoladas de 1cm. de longitud y pecíolo ligeramente acanalado en su cara superior. La lámina foliar y el pecíolo, son verdes con trazas rojizas o violáceas

**Zarcillos.** - Son de color verde a púrpura, redondos y en forma de espiral, son más largos que las hojas, alcanzan longitudes de 0.30-0.40 m., se originan en las axilas de las hojas junto a las flores; se fijan al tacto con cualquier superficie los cuales le sirven para adherirse sirviendo de soporte. Y son los responsables de que la planta tenga el hábito de crecimiento trepador.

**Flores.** - Son perfectas (hermafroditas) y auto incompatibles, es decir que no se auto fecundan, solitarias, axilares, sostenidas por 3 grandes brácteas verdes que se asemejan a hojas. Las flores están formadas por 3 sépalos de color blanco verdoso, 5 pétalos blancos y una corona formada por un abanico de filamentos

que irradian hacia fuera cuya base es de un color púrpura, estos filamentos tienen la función de atraer a los insectos polinizadores.

**Floración.** - Las flores se abren cerca del mediodía y se cierran al inicio de la noche, con el máximo de apertura alrededor de las 13 horas. Las flores se abren una sola vez y mueren al no ser polinizadas. El estigma es receptivo y el polen es viable el día de apertura floral, presentando mejor receptividad cuando el estilo es curvo.

**Fecundación.** - La flor no se vuelve a abrir una vez que ya ha sido fecundada. Si se fecunda, el ovario desarrolla su actividad y a los dos días se sabe que está fecundada pues el ovario permanece verde y alcanza buen tamaño. Si no está fecundado se pone amarillo y a los dos días se cae.

**Frutos.** - El fruto del maracuyá es de forma redondeada u ovalada, con un diámetro de 4-8 cm. y de 6-10 cm. de largo, y cuando maduro su corteza puede tener color morado o amarillo de consistencia dura, quebradiza, lisa y cerosa, de unos 3 mm de espesor; protege un mesocarpio inferior duro y carnoso formado por una serie de 5 capas de células, El endocarpio es blanco y la pulpa amarillo brillante, ácida, aromática y de sabor agridulce contiene de 200 a 300 semillas de color negro cada una de las cuales rodeada por una membrana mucilaginosa (sarcotesta) que contiene un jugo aromático en el cual se encuentran las vitaminas y otros nutrientes.

**Semilla.** - Semillas de color negro, ovaladas y achatadas, de 5 a 6 mm. de largo y 3 a 4 mm. de ancho, de aspecto reticulado, con puntuaciones más claras cuando secas, envueltas por una pulpa jugosa, amarilla y aromática, el número de semillas, el peso del fruto y la producción de jugo están correlacionados con el número de granos de polen depositados sobre el estigma. En condiciones ambientales, la semilla mantiene su poder germinativo por 3 meses, y en refrigeración, hasta 12 meses.

**Requerimientos climáticos.** - El maracuyá crece y se desarrolla muy bien en climas cálidos, tropicales y sub-tropicales. En climas templados su crecimiento es normal, pero retarda el inicio de la producción (Tapia, 2013).

**Altitud.** - El maracuyá puede ser cultivado con éxito en altitudes de 100 a 900m. La altitud óptima para cultivos de maracuyá se ubica entre los 400 y 1100 msnm., sin embargo, se adapta bien en alturas de 0 a 1800 msnm.

**Temperatura.** - El crecimiento óptimo se realiza entre 24 y 28°C. En regiones con temperaturas promedio por encima de este rango, el crecimiento vegetativo de la planta es acelerado, pero disminuye su producción debido a que las altas temperaturas deshidratan el líquido estigmático, imposibilitando la fecundación de las flores.

**Humedad relativa.** - La humedad relativa más favorable para el cultivo de maracuyá se da en torno del 60%. El cultivo comercial de maracuyá requiere humedad relativa baja.

**Pluviosidad.** - Las regiones que reciben altas cantidades de lluvia generalmente no son adecuadas para el cultivo del maracuyá porque en estos casos se dificulta la polinización, debido a que los granos de polen pueden explotar al entrar en contacto con el agua.

**Requerimientos de suelo.** - El maracuyá requiere suelos profundos, ligeramente ácidos, con buen drenaje, preferiblemente ricos en materia orgánica, de textura media, ligeramente inclinados y con buen nivel de fertilidad, aun cuando esto último se puede lograr mediante fertilización adecuada. Los suelos más indicados para el maracuyá son los arenosos o levemente arcillosos, profundos, bien drenados o con pH superior a 5.

**Requerimientos nutricionales.** - La fertilización es uno de los aspectos más importantes en el cultivo del maracuyá porque de ella depende la productividad, la calidad de los frutos, los costos de producción y, muchas veces, determina la posibilidad de ganar o perder en el cultivo. Datos obtenidos para el maracuyá

amarillo permiten caracterizar la exigencia de esa planta a los nutrientes, en el siguiente orden decreciente: N > K > Ca > S > Mg > P > Fe > B > Mn > Zn > Cu > Mo. También se recomienda fertilizar al iniciar la floración y durante la época lluviosa. En general se puede decir que las Passifloras son exigentes en potasio y fósforo principalmente, los cuales son necesarios para la formación de frutos.

### **3.5. Riego**

La capacidad de retención de agua del suelo para disponer de cantidades variables de agua, depende de su textura, de su estructura, de la profundidad de las raíces en dicho suelo y todo ello afectará a la frecuencia de riego y también a las cantidades de agua aplicadas. Una planta en crecimiento requerirá cantidades variables de agua de acuerdo al momento en el que se encuentre de desarrollo. En el momento de la siembra comienzan las necesidades de agua e irán aumentando desde su nacimiento. Alcanzará su punto máximo durante la etapa reproductiva de su crecimiento y posteriormente irá disminuyendo al ir acercándose el periodo de cosecha. Las plantas son bastante vulnerables al estrés hídrico en las primeras etapas reproductivas, (floración y primeras etapas de la producción de frutos) (CIAT. 2009).

El cultivo de maracuyá debe mantenerse con riego, procurando evitar que se encharque demasiado el tallo de las plantas, para no favorecer el desarrollo de hongos dañinos. El manejo del agua se presenta como un factor decisivo para la obtención de buenas cosechas y calidad de frutos; el riego consiste en proveer de suficiente humedad al suelo para compensar las pérdidas de agua. La aplicación de esta mejora el tamaño final y disminuye la caída fisiológica de los frutos. El agua no le debe faltar durante el cuajado y crecimiento del fruto, que son las etapas más críticas para la producción (Dulanto y Aguilar, 2011).

### **3.6. Riego deficitario**

Fischer (2005) considera que el cultivo de maracuyá requiere de grandes cantidades de agua para una producción satisfactoria de frutos. Ellos indican que los déficits hídricos disminuyen el desarrollo foliar, la producción de flores y el

tamaño del fruto. Del mismo modo, refieren que los efectos del déficit se pueden observar durante el ciclo en que ocurre, así como también en el próximo ciclo, producto de la disminución del número de ramas o guías fructíferas. La cantidad de agua es uno de los factores que más condiciona la floración del cultivo de parchita. La falta de humedad provoca una disminución en el crecimiento de las hojas y los frutos, y cuando hay estrés hídrico y los frutos están formados, pueden crecer con arrugamientos que perjudican la calidad de la producción.

Fischer (2005) señala que, en pasifloras, la tolerancia a la sequía es poca debido a su sistema radical fibroso y superficial, trayendo como consecuencia bajo estas condiciones, poca inducción floral, hasta llegar a la defoliación de la planta. La baja producción en plantas con estrés hídrico está más asociada a una disminución de botones florales que a la abscisión prematura de flores y frutos. El mismo autor indica que la alta humedad relativa dificulta la transpiración adecuada de la planta y cuando esto viene acompañado de vientos calurosos, puede originar marchitamiento de flores, deshidratación y cese de fotosíntesis debido al cierre estomático, pudiendo ocasionar adicionalmente muerte de brotes tiernos así como deficiente absorción de los nutrientes que son tomados por flujo masal, tornándose la planta sensible al desarrollo de enfermedades y disminuyendo la eficacia de las aplicaciones de agroquímicos en forma de aspersión foliar. Humedades entre 70 y 75% son las más adecuadas para el cultivo.

El riego deficitario provoca que las plantas no puedan moverse de un lado a otro en busca del ambiente más apropiado para su crecimiento, por lo tanto, están sometidas frecuentemente a condiciones de estrés medioambiental. El concepto de estrés implica la presencia de un factor externo a la planta, provocado por el medio ambiente cambiante que ejerce una influencia negativa sobre su óptimo desarrollo (Azcón y Talón, 2000).

## **CAPÍTULO II DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO**

### **2.1. Ubicación**

La presente investigación se realizó el sitio La Morena del cantón Flavio Alfaro, provincia de Manabí.

### **2.2. Material experimental**

Se utilizó como material experimental al hidrogel tipo agrícola el mismo que presenta la siguiente composición: Polímero de Acrilamina de potasio al 99.9% y de potasio 0.01%.

### **2.3. Manejo del experimento**

La ejecución del experimento consistió en realizar la limpieza del terrero, eliminando todo el rastrojo principalmente en el área donde se estableció el cultivo. La siembra se la realizó a un distanciamiento de 3 m entre hileras y 4 m entre plantas. El riego se lo realizó mediante un sistema localizado el mismo que tiene goteros autocompensados de un caudal de 4 L/h. El cálculo del requerimiento hídricos del cultivo se lo realizó en base a la evapotranspiración de referencia y el coeficiente del cultivo ( $K_c$ ) para lo cual se tiene la siguiente ecuación:

- $E_{tc} = E_{to} \times K_c$
- $E_{to}$  = evapotranspiración de referencia (tomada de la tina evaporímetra tipo A)
- $K_c$  = coeficiente del cultivo (varía en función de la etapa del cultivo)

Cada riego se lo realizó después de 15, 30 y 45 días después del trasplante, además, de un riego con frecuencia de dos días (testigo) tomando en cuenta la tina evaporímetra, la cual reflejaba el consumo de agua del cultivo, los riegos se efectuaron durante dos horas aplicando ocho litros de agua por planta.

Las parcelas de cada tratamiento constaron de cuatro hileras de 12 plantas. Para el control del riego cada línea de gotero tuvo una válvula de control. El control fitosanitario se lo llevó en función de las recomendaciones del INIAP, donde se

establece que se debe controlar a insectos plagas desde la siembra hasta la producción, además, de enfermedades fungosas que se propagan por medio del suelo. El tutorado se lo realizó con postes de caña guadua y alambre a una altura de 2 m.

## **2.4. Variables analizadas**

Se consideraron las siguientes variables:

### **2.4.1. Vegetativas**

Entre las variables vegetativas estuvieron: altura de planta, diámetro del tallo, número de guías y número de hojas, todas estas se evaluaron cada 15 días. Número de flores por planta, número de frutos por planta, estas variables se evaluaron desde el cuaje del fruto.

### **2.4.2. Consumo de agua**

Se evaluó el consumo de agua por cada tratamiento, tanto en milímetros (mm) como en metros (m) cúbicos por hectárea durante la época de verano. Además, se realizó el uso eficiente del agua tomando en cuenta el rendimiento en kg y el consumo de agua en m<sup>3</sup>.

### **2.4.3. Estimación económica**

Se realizó una estimación costo beneficio en función de la variable consumo de agua, tomando en cuenta el costo de la mano de obra y el costo del agua.

## **2.5. Resultados**

Se realizó una comparación y análisis de las variables a través de un análisis de varianza correspondiente a un modelo de un diseño completamente al azar, y se realizaron comparaciones múltiples de medias utilizando el método de Tukey del 5% de error.

### **2.5.1. Variables de riego**

En la tabla 1, se expresan el consumo de agua en cada tratamiento y número de riegos que se aplicaron, se observa que la aplicación de hidrogel reduce el

consumo de agua, ya que para el testigo (T4) se debió aplicar 440.64 L/p los mismos que fueron aplicados con una frecuencia de dos días durante los tres meses de evaluación por el contrario los tratamientos que recibieron hidrogel el consumo de agua fue altamente inferior, se debe hacer notar que el cálculo de la lámina de riego para estos tratamientos se tomó en cuenta el mismo procedimiento del testigo con la diferencia que se consideró la evo transpiración del cultivo (etc) de los dos días anteriores al riego.

Estos datos confirman la acción del hidrogel como elemento útil en zonas donde existe escases de agua debido a que permite mantener la humedad del suelo por largos periodos sin que afecte al cultivo y en este caso a la maracuyá, aunque productores de la zona en estudio mencionan que este cultivo tiende a soportar largas sequías, esta condición probablemente se deba a especies adaptadas en medio ambiente de este tipo, por otro lado la planta tiende a profundizar sus raíces en busca del agua permitiendo mantenerse viva, sin embargo, no se conoce si afecta a la producción. A pesar de ellos se hace necesario que se realicen estudios en cultivos más susceptibles a la sequía que permita medir el grado de eficiencia del hidrogel en el suelo y en un cultivo.

Tabla 1. Parámetros de riego

Tratamiento	Consumo de agua L/planta	Nº de riegos
T1	64.8	8
T2	19.8	4
T3	5.85	2
T4	440.64	56

### 2.5.2. Variables vegetativas del maracuyá

La variable altura de planta estuvo afectada por los tratamientos en estudio dado que se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) en cada evaluación de la altura de planta. En la tabla 2, se observa que a los 15 días el tratamiento testigo supera en altura a los demás tratamientos con 25 cm y siendo

estadísticamente diferente a los demás. El T1 presentó el menor promedio con 14.93 cm y el T2 y T3 obtuvieron 20.05 y 17.2 cm respectivamente. A los 30 días se observan cambios en relación a los 15 días iniciales donde existe una mayor homogeneidad en la altura a excepción del testigo (T4) que mantiene el mayor promedio con 28.75 cm, los demás tratamientos comparten una misma categoría estadística, aunque se mantiene como el de menor promedio el T1. A los 45 días no se presentan cambios en los valores máximos y mínimos ya que el T4 supera a los demás con 35.28 cm y T1 obtuvo en menor valor con 25.23 cm. Estos valores sugieren que la aplicación de hidrogel si bien, no permite que la planta muera por escases de agua tampoco se logra que la misma llegue a su máximo desarrollo. Esta situación lo podemos interpretar que la aplicación de hidrogel no reemplaza al riego, sin embargo, en escases del agua para riego evita la mortalidad de la planta y en casos como el maracuyá permite que se desarrolle con normalidad aunque no alcanza los mismas condiciones que si se tuviera riegos frecuentes.

Tabla 2. Variable altura de planta (cm) durante la etapa de crecimiento del maracuyá

Tratamiento	Altura de planta (días)		
	15	30	45
T1	14.93 c	19.28 b	25.23 c
T2	20.05 b	22.68 b	30.0 b
T3	17.2 bc	21.68 b	26.63 c
T4	25.2 a	28.75 a	35.28 a
Probabilidad	<0.001	<0.001	<0.001
Error estándar	1.2	1.4	0.59

a, b, c Letras distintas en una misma columna indicas diferencias estadísticas según Tukey al 0.05.

A diferencia de la altura de planta el número de hojas y guía no presentaron diferencias estadísticas ( $p>0.05$ ). En lo referente a las hojas estas se las considero en número de pares de hojas. A pesar de no encontrarse diferencias estadísticas se tienen diferencias numéricas las mismas que indican que el T4 obtuvo el mayor promedio con 10.75 y el menor promedio lo obtuvo el T1 con 7.75 pares de hoja. Hay que mencionar que esta variable fue medida a los 45 días. Esto se puede interpretar que se afectó la altura de la planta más no la emisión de las hojas.

En lo que tiene que ver con el número de guías por planta esta variable fue medida a los 90 días, donde la planta ha recibido un largo tiempo de la aplicación del tratamiento con hidrogel que bien pudieran mostrar algún efecto en la planta y en este caso en la emisión de guías del maracuyá, sin embargo, no se presentaron diferencias significativas dado los tratamientos tuvieron una respuesta similar al testigo a excepción del T1 que fue el de menor promedio con 8.25 guías/planta. Es necesario aclarar que se consideró las guías que aparecieron después de la poda apical, la misma que estimula la emisión de guías productivas que son aquellas donde se tendrá la aparición de flores y posteriormente de fruto.

Tabla 3. Variables vegetativas del maracuyá

Tratamiento	Pares de hojas por planta	Nº de guías por planta
T1	7.75	8.25
T2	10.5	14.25
T3	8	10.5
T4	10.75	12.5
Probabilidad	0.54	0.4
Error estándar	1.85	2.52

### 2.5.3. Valoración económica

En la tabla 4, se presenta los rubros de los costos por parámetros de cada tratamiento. El mayor costo se tiene en la mano de obra siendo mayor dependiendo del número de riegos que se realicen así se tiene que el testigo al tener una frecuencia de dos días el costo es mayor con 672 dólares y el menor lo obtuvo el T3 con 24 dólares. El consumo del agua a pesar de que existe alta diferencia en volumen este no se ve reflejado en el costo debido a su bajo costo que metro cubico de 3 centavos de dólar. También el costo de la electricidad es alto por la acción de la utilización para la realización del riego. Además, se debe considerar que existen lugares donde no hay posibilidades de energía eléctrica y se debe utilizar combustibles que tendría un mayor costo de producción. El costo total se aprecia que es altamente diferente el testigo con respecto a los demás tratamientos, obteniendo una disminución del 86, 93, 96,6% con respecto al testigo. De debe tomar en cuenta que esta condición es solo para la actividad de riego en el cultivo del maracuyá.

Tabla 4. Variable de estimación económica

Tratamiento	Costo del agua	del Mano de obra	Costo de energía eléctrica	Total
T1	1.62	96	0.79	98.41
T2	0.49	48	0.39	48.89
T3	0.15	24	0.20	24.34
T4	11.01	672	5.51	688.53

## **CAPÍTULO III PROPUESTA**

En función de los datos encontrados se puede realizar la siguiente propuesta.

### **3.1 Frecuencia de riego en maracuyá con la aplicación de hidrogel.**

Las frecuencias de riego estudiadas (15, 30, 45 días y el testigo dos días) en la aplicación de cuatro gramos de hidrogel hidratado evidenciaron su efecto sobre el cultivo, y sobre todo en el consumo de agua, siendo la menor frecuencia la de mayor consumo. De manera que la propuesta está encaminada primeramente en el uso del hidrogel en el cultivo de maracuyá ya que por el momento no se la tiene como una alternativa en el manejo del agua para riego, en dosis de cuatro gramos por planta previamente hidratado en 400 ml de agua esta dosis permitirá que la planta tenga suficiente retención de agua para soportar hasta 45 días sin riego, esta condición permite proponer debido que los valores encontrados en los resultados no son amplios con respecto a los demás tratamientos e incluso al testigo. Sin embargo, es necesario mencionar que esta evaluación fue en tres meses, de manera que es posible que en un plazo mayor se tenga problemas en el comportamiento del cultivo.

A pesar de lo antes expuesto se debe tener claro que en condiciones donde se tenga suficiente disponibilidad de agua lo más recomendable será la aplicación de agua en función de los cálculos de etc ya sea por el método del Tina Evaporímetro Tipo A u otro método. Pero en casos donde existe escases de agua para riego, se propone como alternativa el usar hidrogel y con una frecuencia de riego de entre 15 y 45 días con una dosis de riego en promedio de ocho litros por planta en cada riego.

## **CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

El hidrogel es un elemento útil y vital para el cultivo del maracuyá, es por ello que se considera que se debe utilizar en las zonas donde existe escasez de agua debido a que este permite mantener húmedo el suelo donde ha sido sembrada la semilla, brindando así mayor probabilidad de que el cultivo se desarrolle sin estrés hídrico.

El uso de hidrogel con altas frecuencias de riego afecta el crecimiento del cultivo de maracuyá, sin embargo, no provoca disminución de la emisión de hojas y guías que es donde se formaran los frutos.

La aplicación de hidrogel disminuye hasta un 96.6% con respecto a los costos que se generan tener una frecuencia de dos días sin el uso del hidrogel, por tanto, esta disminución influye en el costo total de producción.

### **4.2. Recomendaciones**

A las personas que realizan cultivo de maracuyá en zonas con escasez de agua la utilización de hidrogel ya que este no sólo permitirá mantener húmedo el suelo, sino que también promoverá la obtención de mayor número de cosecha en óptimas condiciones.

Al empezar a realizar la siembra del cultivo de maracuyá en cualquier clase de suelo, se tomen en cuenta los resultados obtenidos en esta investigación, tales como los litros de agua que deben ser aplicados a cada planta y su respectiva frecuencia de riego, así como también la aplicación de hidrogel al suelo y monitorear rigurosamente el tratamiento.

La aplicación de hidrogel como alternativa de optimización de los costos de producción del cultivo de maracuyá.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agribusines Asistencia Agroempresarial. 1992. Manual técnico del maracuyá. Quito, EC. 33 p.
- Aravena, R; Rojas, P. 2005. Síntesis y propiedades de polímeros hidrofílicos: efecto ligando de las cadenas laterales en el proceso de formación de complejos en solución acuosa. Santiago de Chile. (En línea). Consultado, 15 de nov. 2017. Formato PDF. Disponible en [http://www.ifisica.uaslp.mx/~elias/articulosPDF/revisiones\\_4.pdf](http://www.ifisica.uaslp.mx/~elias/articulosPDF/revisiones_4.pdf)
- Azcón-Bieto, J; Talón, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Ediciones Universidad de Barcelona. Madrid, ES
- Bures, S. 1997. Sustratos. Ediciones agrotecnias. Madrid, España, p. 281284.
- Erazo, A. 2011. Evaluación del comportamiento inicial del pino (*pinus radiata*) mediante la aplicación de retenedores de agua en Tanlagua , San Antonio de pichincha. Ibarra, EC. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/>
- Cárdenas, J., 2007. Aplicación de un aditivo para fertilizante y un retenedor de humedad en la producción de maíz (*zea mays* L.), de temporal con riegos de auxilio, en Chapingo, México. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, México
- CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2009. Cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) establecido con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Colombia. (En línea). Consultado, 15 de nov. 2017. Formato PDF. Disponible en [http://ciat-library.ciar.org/Articulos\\_Ciat/biblioteca/cultivo%20de%20maracuya%20establecido%20con%20buenas%20practicas%20agricolas%20....pdf](http://ciat-library.ciar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/cultivo%20de%20maracuya%20establecido%20con%20buenas%20practicas%20agricolas%20....pdf)
- Dulanto, J; Aguilar, M. 2011. Guía técnica (Manejo integrado en producción y sanidad de maracuyá). Tambogrande, Piura, Perú.
- Fischer, G. 2005. Aspectos de la fisiología aplicada de los frutales promisorios en cultivo y pos cosecha.
- García, M. 2002. Guía técnica del cultivo de maracuyá. San Salvador, ES. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. 31 p.
- Idrobo, H; Rodríguez, A; Díaz, J. 2010. Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. Cali, CO. <http://www.redalyc.org/pdf/2311/231116434004.pdf>

- Jasso P; Plascencia, O. 1992. Poliacrilamida In: Curso de Nutrición II. Capingo, MX. 21 p.
- Katime, A. 2004. Los materiales inteligentes de este Milenio: los hidrogeles inteligentes, Editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao.
- Kazanskii, K.; Dubroskii, S. 1991. Chemistry and physics of agricultural hidrogels. Adv. Sci. Polym., 104, 99.
- Marketing Arm International. NewGel G. 2005. [http://es.marketingarm.com/productos/ Manejo-Humedad/NewGel](http://es.marketingarm.com/productos/Manejo-Humedad/NewGel)
- Rojas, B; Ramírez, M; Aguilera, R; Prin, J. 2006. Los hidrogeles poliméricos como potenciales reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en diferentes tipos de suelos. Revista Iberoamericana de Polímeros <http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/AGO06/>
- Tapia, W. 2013. Evaluación de tres programas de fertilización foliar complementaria luego del trasplante en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) Var. Flavicarpa en Los Ríos. Quito, EC. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1022/1/T-UCE-0004-22.pdf>
- Visa agro. 2013. Desarrollan investigación en maracuyá dulce en la Amazonía. Morona Santiago.
- Zonta, J; Braun, H; Fialho, E; Paulucio, D. 2009. Influencia de diferentes giros de hidrogel riego y dosis en el desarrollo de la cultura inicial Conillon café (*coffea canephora pierre*). Chile
- Zuñiga, H. 2014. Modificación superficial de catéteres de poli (cloruro de vinilo) con poli (ácido metacrílico), para carga y cesión de fármacos. México. (En línea). Consultado, 15 de nov. 2017. Formato PDF. Disponible en [https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis\\_zuniga\\_zamorano\\_heidi.pdf](https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_zuniga_zamorano_heidi.pdf)

# **ANEXOS**



Anexo 1. Limpieza del terreno



Anexo 2. Instalación de riego



Anexo 3. Pesaje del hidrogel



Anexo 4. Humedecimiento del hidrogel (dos horas)



Anexo 5. Aplicación de hidrogel antes de la siembra



Anexo 6. Siembra



Anexo 7. Limpieza de maleza



Anexo 8. Poda



Anexo 9. Toma de datos (altura de planta)



Anexo 10. Recopilación de número de guías



Anexo 11. Recopilación de número de frutos y hojas



Anexo 12. Cultivo de maracuyá