

# Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria



# CRIA

IICA-CRIA/PROYECTO 020R01-01



**EFFECTO DE TRES DOSIS y DOS FORMAS DE APLICACIÓN DEL ACRILATO DE POTASIO O HIDROGEL, SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL *Phaseolus vulgaris* L., ESTABLECIDO A CAMPO ABIERTO EN TRES LOCALIDADES DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA, GUATEMALA. 2016**



**EFECTO DE TRES DOSIS y DOS FORMAS DE APLICACIÓN DEL ACRILATO DE POTASIO O HIDROGEL, SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL *Phaseolus vulgaris* L., ESTABLECIDO A CAMPO ABIERTO EN TRES LOCALIDADES DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA, GUATEMALA, 2016.**

Ing. Elmer Barillas Klee (Investigador principal)  
Ing. Víctor Julio Enrique Villeda Rodríguez (Investigador asociado)  
Oscar Jonatan Trujillo Castro (Investigador auxiliar)

**RESUMEN EJECUTIVO**

Uno de los principales problemas que se presentan en la región del corredor seco de Zacapa y Chiquimula, asociada al cambio climático en el cultivo de frijol es la baja precipitación y mala distribución de esta, disminuyendo el rendimiento y provocando pérdidas de hasta 70% a los productores excedentarios de la región. Impactando la seguridad alimentaria, con énfasis en la disponibilidad y acceso de este importante grano básico.

El objetivo fue evaluar el efecto del uso del acrilato de potasio, sobre el comportamiento botánico y rendimiento del cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris* L., en tres localidades del corredor seco de Zacapa y Chiquimula, en los municipios de San Diego, San Juan Ermita e Ipala.

Se evaluaron dos formas de aplicación del acrilato de potasio: en la postura y a cinco centímetros de la postura. Y tres dosis de acrilato de potasio: cero, uno y dos gramos por postura en el cultivo de frijol variedad Vaina Morada.

Para la evaluación se midieron las variables, porcentaje de germinación, porcentaje de floración, altura de planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina, rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, porcentaje de humedad de suelo y la relación beneficio costo de los tratamientos. Se usó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo bifactorial, con 6 tratamientos, 5 repeticiones. Las pruebas se separaron con LSD de Fisher al 5 %

Respecto a las variables botánicas, la forma de aplicación que presentó mejores resultados fue la aplicación en la postura y la dosis que presentó mejores resultados fue dos gramos por postura.

La variable rendimiento en kilogramos por hectárea no presentó diferencia significativa en el uso del polímero.

El análisis financiero determinó que la utilización de acrilato de potasio disminuye considerablemente el beneficio neto, por los costos asociados a su aplicación, por lo que el testigo domina a los demás tratamientos.

Las variables botánicas no traen consigo un incremento en la rentabilidad, no tienen un alza significativa en el rendimiento de grano en kilogramos por hectárea.

El tratamiento testigo obtuvo mayor ingreso económico, por lo que se descarta el uso del poliacrilato de potasio, como medio para disminuir las pérdidas en rendimiento debido a los periodos de sequía, en las condiciones evaluadas.

La utilización del poliacrilato de potasio es para ambientes más favorecidos con humedad, topografía plana, y especialmente para el período inicial de germinación de los cultivos.

## EXECUTIVE SUMMARY

One of the main problems in the area known as the Dry Corridor of Zacapa and Chiquimula, which is associated with climate change and particularly impacting the bean cultivation, is associated with low precipitation and its impact in reducing the yield of this basic crop in people's food intake and as a cash crop. Losses of this crop are estimated as high as 70% in this area of the country thus having a negative result in food security for the inhabitants of the region.

The main objective of this analysis was to evaluate the use of potassium acrylate on the effect and yield of the bean crop *Phaseolus Vulgaris* I, at three locations of the Dry Corridor of Zacapa and Chiquimula. In the municipalities of San Diego, San Juan Ermita and Ipala.

Two forms of application of potassium acrylate were evaluated: in the posture and five centimeters of the posture. And three doses of potassium acrylate: zero, one and two grams per stance in the bean cultivar variety Vaina Morada.

To reach the objectives observations were made of the varieties, percentages of germination, blossoming, plant's height, number of pods per plant, seeds per pod, grain yield in kilograms per hectare, percentage of soil moisture and the cost benefit ratio of the treatments.

The experimental design of random complete blocks with bifactorial arrangement was used with 6 treatments and 5 replications. The tests were separated with Fisher's LSD at 5%.

Regarding the botanical variables, the application form that presented the best results was the application in the posture and the dose that presented better results was two grams per posture.

The yield variable in kilograms per hectare showed no significant difference in the use of the polymer.

The financial analysis determined that the use of potassium acrylate reduces significantly the net gain, this is due to the costs involved in its application, so that, the control dominates the other treatments.

The variables tested did not demonstrate an increase in profits neither an increase in grain yield in kilograms per hectare.

The control treatment obtained greater economic income, so the use of the potassium polyacrylate is discarded, as a means to reduce the losses in yield due to the periods of drought, under the evaluated conditions.

The use of potassium acrylate is applicable for areas with a higher precipitation during the year, with flat topography, and particularly during the initial period of crop germination.

## 1. INTRODUCCION

Dentro de los principales problemas que se presentan en la región del corredor seco de Guatemala en la producción de frijol, se presentan el virus del mosaico dorado y la mala distribución de la precipitación; siendo lo segundo un tema que ha afectado a las familias de la región, ya que la falta de precipitación ha provocado pérdidas del cultivo.

Realizar investigación en el cultivo de frijol es fundamental, pues es fuente de proteína y parte esencial de la dieta vegetal del guatemalteco. A pesar de que la ingesta diaria promedio para adultos es de 58 g/día de frijol, todavía el 49% de los guatemaltecos padecen de desnutrición crónica, siendo uno de los niveles más altos en América Latina.

En el caso particular del cultivo del frijol en Guatemala, se ha reducido el rendimiento promedio de 0.8 a 0.7 ton/ha, debido a que el cultivo de este generalmente se realiza en zonas marginales y con productores de escasos recursos, por lo que es necesario investigar las causas de esta problemática para enfocarse en las tecnologías de producción y manejo Post-cosecha.

El propósito general del proyecto CRIA es incrementar con investigación los rendimientos (productividad) del frijol en un 20%, contribuyendo a garantizar la disponibilidad de este en la región, para satisfacer necesidades alimenticias y generar excedentes que se utilicen para la reactivación económica de los productores. Se espera que esta tecnología presente resultados satisfactorios en el manejo del cultivo, respecto a la disponibilidad de agua.

La investigación consistió en aplicar tres dosis de poliacrilato de potasio combinado con dos formas de aplicación y medir sistemáticamente las principales variables botánicas de las plantas de frijol, el rendimiento, la capacidad edáfica de retención de humedad y la relación beneficio costo de la producción bajo esta tecnología, con la finalidad de obtener una dosis y forma de aplicación que muestre diferencias significativas entre los

tratamientos. La evaluación se realizó en tres localidades ubicadas en el corredor seco de Guatemala, específicamente en los municipios de Ipala y San Juan Ermita del departamento de Chiquimula y San Diego del departamento de Zacapa, durante el período comprendido entre septiembre y diciembre del año 2016.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Generalidades del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*)

El frijol es originario del continente americano y su domesticación se relaciona con el maíz, procede de México y Perú, donde se empezó a cultivar 7,000 años A.C. junto con este cereal. Tuvo un gran desarrollo las civilizaciones Inca, azteca y maya. En los países citados se han encontrado restos fósiles de semillas y legumbres, aunque no hay pruebas arqueológicas de que las poblaciones indígenas recolectaran la especie espontánea *Phaseolus vulgaris*.

La especie está adaptada al cultivo en los climas y suelos más diferentes, debido a la gran cantidad de tipos que existen. Los países asiáticos se han convertido en importantes productores, con casi la mitad del total mundial (INFOAGRO, 2009).

### 2.2 Requerimientos edafoclimáticos

#### a) Clima

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz; tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo.

Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables (INFOAGRO, 2009).

#### b) Temperatura

La planta de frijol crece bien en rangos de temperatura promedios de 15 – 27°C temperaturas inferiores tardan la maduración, mientras que altas temperaturas causan aceleración (INFOAGRO, 2009).



### c) Humedad relativa

La humedad relativa óptima del aire durante la primera fase de cultivo es del 60% al 65%, y posteriormente oscila entre el 65% y el 75%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Es importante que se mantenga sin excesivas oscilaciones de humedad (INFOAGRO, 2009).

### d) Suelo y pH

El frijol prospera bien en suelos fértiles de estructura media, textura franco limoso – arcilloso, deben ser profundos y bien drenados. Los suelos pesados son frecuentemente húmedos y fríos, y causan el crecimiento lento de las leguminosas.

El frijol se desarrolla mejor en terrenos sueltos, profundos, aireados y con buen drenaje, aunque se le puede considerar como no exigentes en cuanto a las condiciones físicas del suelo, no debiendo cultivarse en suelos húmedos, calizos o salinos.

El frijol es sensible a la reacción del suelo, prefiriéndose los suelos ligeramente ácidos de pH 6.5 – 6.8, para las regiones húmedas y ligeramente alcalinos de 7.2 – 7.5 para las zonas áridas, el fenómeno de la fijación simbiótica del nitrógeno es característico en el frijol. El proceso se realiza por bacterias nitrificantes *Rhizobium phaseoli*, siempre y cuando en el suelo exista menor cantidad de nitrógeno que en el aire.

Los Rhizobium o bacterias infectan los pelos absorbentes de las raíces del frijol y toman la energía de la planta y esta a su vez recibe el nitrógeno que la bacteria ha logrado fijar. Por ello no requiere de cantidades grandes de fertilizantes nitrogenados (INFOAGRO, 2009).

## 2.3 Fenología del frijol y sus requerimientos de humedad

Es importante conocer las fases fenológicas del frijol, para darle un mejor manejo al cultivo, así mismo se sabe que los requerimientos de humedad durante las fases fenológicas del frijol varían dependiendo en qué fase se encuentre. A continuación se presenta las fases fenológicas del frijol.

Cuadro 1. Etapas de desarrollo de las plantas de frijol.

Fase	Etapa	Código	DDS
Vegetativa	Germinación	V0	0-5
	Emergencia	V1	5-7
	Hojas primarias	V2	7-11
	Primera hoja trifoliada	V3	11-16
	Tercera hoja trifoliada	V4	16-23
Reproductiva	Prefloración	R5	23-32
	Floración	R6	32-36
	Formación de vainas	R7	36-44
	Llenado de vainas	R8	44-62
	Maduración	R9	62-77

Fuente: INTA, 2009.

El frijol cuenta con 10 etapas de desarrollo, 5 en la fase vegetativa y 5 en la fase reproductiva, en donde los días estimados después de la siembra pueden variar dependiendo de las condiciones climáticas de la zona.

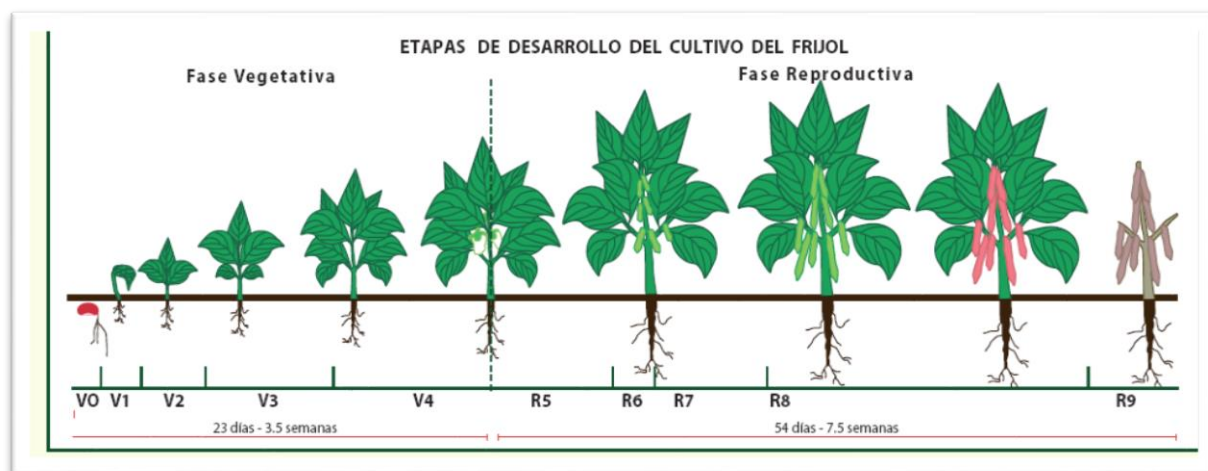


Figura 1. Etapas de desarrollo del cultivo de frijol.

Fuente: IICA, 2009.

A continuación el cuadro 2, muestra los requerimientos de humedad del cultivo de frijol cada 10 días, estimando los días después de la siembra se pueden estimar los requerimientos de humedad en cada etapa de desarrollo del cultivo.

Cuadro 2. Necesidades de frijol cada 10 días desde la germinación a la cosecha.

DECANOS	1	2	3	4	5	6	7	8
DIAS DE CULTIVO	0 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60	61 a 70	71 a 80
MILIMETROS	19,35	37,57	48,1	43,65	40,5	35,77	10,7	9,7

Fuente: Salinas, 1999.

Tomando en cuenta los días después de la siembra, se aprecia que en las etapas reproductivas de pre floración, floración, formación de vainas y llenado de vainas, es donde el cultivo demanda mayor humedad, haciendo esencial que el cultivo disponga de humedad durante estas etapas, ya que una disminución de la misma puede ocasionar una disminución en el rendimiento del cultivo.

#### 2.4 Plagas importantes del cultivo de frijol

El frijol es un cultivo que es atacado por diversas plagas desde el inicio de su crecimiento. Estas plagas reducen su rendimiento al eliminar partes de hoja, raíces o flores y semillas si no se controlan oportunamente.

##### a) Gallina ciega (*phyllophaga sp.*)

Los adultos son escarabajos, ronrones o cucarrones típicos. Ponen sus huevos, de color blanco aperlado, a tres o más centímetros de profundidad en el suelo. Las larvas o gusanos son robustas, en forma de "C" y miden de tres a tres y medio centímetros. Son blandas, de color blanco y cabeza color café, sin ojos aparentes. Tienen mandíbulas fuertes.

Las pupas se encuentran en el suelo, en celdas construidas a 15-20 cm de profundidad. En este estado permanecen inactivas durante el verano. Su ciclo de vida puede ser de uno a dos años, dependiendo de la especie.

b) Babosa o Chimilca (*Sarasinula plebeia*)

Los adultos son grises o marrones. Tienen cuerpo alargado. No tienen patas, son blandos y húmedos. Al moverse dejan una secreción viscosa y pegajosa que se pone brillante al secarse. Los huevos son colocados en masas en lugares húmedos como troncos, piedras, suelo o bajo la basura.

Las babosas jóvenes tienen el mismo aspecto que los adultos, aunque son de menor tamaño. Se reproducen con mucha facilidad. Son hermafroditas y muy prolíficas. Su ciclo de vida depende de la humedad del lugar donde habitan. Durante las épocas secas se mantienen inactivas, produciéndose una explosión reproductiva al iniciar las lluvias (postrera en el frijol).

c) Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Los adultos son muy pequeños, miden aproximadamente un milímetro. Tienen dos pares de alas. Se los encuentra en la cara inferior de las hojas. Cuando se mueve el follaje, vuelan rápidamente.

La hembra adulta pone hasta 160 huevos sobre la superficie inferior de las hojas. Sus huevos son ovalados y diminutos. Las ninfas son de color amarillo pálido, de forma ovalada y aplanada. No tienen patas ni alas y parecen escamas. Las ninfas completamente desarrolladas miden menos de un milímetro. El insecto completa hasta 15 generaciones durante cada cultivo.

## 2.5 Enfermedades del cultivo de frijol

a) Roya del Frijol (*Uromyces appendiculatus var typica*)

A esta enfermedad se le conocía anteriormente como Chahuixtle. Sin embargo se le conoce como herrumbre o roya del frijol. Se presenta a partir de la floración. Los síntomas se presentan como manchas cloróticas o blancas, en las cuales se desarrollan pústulas de color café-rojizas, en el haz y en el envés de las hojas. Cuando el ataque en la floración es muy severa, puede haber defoliación prematura así como una disminución drástica en la formación y el llenado de las vainas. El patógeno también puede atacar tallos y pecíolos, donde se pueden observar pústulas (INFOAGRO, 2009).

b) Mancha angular en Frijol (*Phaeoisariopsis griseola* Sacc.)

Los síntomas aparecen después de 6 días de la inoculación. Se inician como manchas grisáceas delimitadas por las nervaduras, y después se tornan de un color gris oscuro a negro, distribuidas en grupos. En las vainas, las manchas son ovaladas o circulares con centros de color café rojizo y bordes ligeramente más oscuros (INFOAGRO, 2009).

c) Virus Mosaico Dorado

Importante enfermedad viral que se presenta con mucha frecuencia en el cultivo del frijol. Ocasiona grandes daños económicos y su transmisión se produce por medio de numerosos vectores muy distribuidos y difíciles de controlar.

Las plantas jóvenes muestran los síntomas en las primeras hojas trifoliadas, con las venas que se tornan de color amarillo claro. Generalmente este proceso comienza en la mitad de la hoja cerca de la punta. A los 3 o 5 días esta clorosis en las venas se extiende hasta cubrir gran parte de la hoja, contrastando con las zonas internervales que son verde oscuras.

Esta clorosis luego se extiende en forma de mosaico dorado que les da un color llamativo a las plantas. Después que las primeras hojas desarrollan los síntomas, los folíolos jóvenes detienen su crecimiento y se rizan hacia abajo, poniéndose tiesos y coriáceos y a veces necróticos.

Si la infección es temprana, la formación de granos es muy pobre o nula y las vainas se deforman. De manera general las plantas no crecen, las hojas muestran colores anormales, las flores pueden abortar y los frutos se deforman (INFOAGRO, 2009).

## **2.6 hidrogel como una alternativa a los problemas de sequía**

a) características del hidrogel

Según Zuñiga (2007) en su investigación indica que son polímeros biodegradables que absorben y retienen grandes cantidades de agua y nutrientes cuando son introducidos en el suelo o en cualquier otro medio de cultivo. Esta capacidad de retención de agua permite

el desarrollo de las plantaciones aún en épocas secas aprovechando al máximo los escasos recursos de agua y nutrientes disponibles.

La estructura química del polímero permite que cada gránulo se expanda y absorba hasta 300 veces su peso en agua, dependiendo de la calidad del agua, actuando como un reservorio de agua permite que entre el 95% y el 99% del agua almacenada sea tomada por el sistema radicular de las plantas. El polímero tipo químico es sintético formado por cadenas de poliacrilamidas y de poli acrilatos de sodio, su presentación es en polvos blancos con una densidad de 0.64 gr/cc y su solubilidad es expandiéndose en agua, formando una gelatina viscosa.

El proceso de hidratación es completamente reversible, una vez el agua es absorbida por la planta, la partícula regresa a su tamaño original, lista para absorber nuevamente. Este proceso puede repetirse muchas veces durante 4 a 7 años. El polímero mejora la estructura del suelo, pues absorbe y libera agua, entonces se expande y luego se contrae. Este movimiento físico ayuda a mantener una estructura abierta, la cual mantiene buena ventilación del suelo y promueve un vigoroso crecimiento de raíz. Peter (1999). El polímero se utiliza en diversidad de situaciones:

#### b) Compatibilidad con fertilizantes

Según Peter, (1999) los fertilizantes solubles pueden funcionar en combinación con el hidrogel, para proveer una liberación lenta a la planta. Absorbe, almacena y libera los fertilizantes solubles y nutrientes casi tan rápidamente como lo hace el agua. De esta manera reducen las pérdidas por lixiviación de los fertilizantes. Sin embargo, la presencia de sales reduce la capacidad de retención del polímero retenedor de humedad. Los principales elementos que afectan la retención son el Hierro, los Fosfatos y la cal.

Estudios recientes han demostrado que el uso de un polímero retenedor de humedad en mezcla con fertilizantes ha permitido un mayor desarrollo de la planta, tanto en su parte aérea como radicular, frente a testigos con adición de las mismas cantidades de

fertilizante regado. El estudio realizado en aldea Tatutú, municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula, en el año 2015, se demostró que aplicar una dosis de Hidrogel de dos gramos en la misma postura que la semilla, elevó los rendimientos en el cultivo de maíz obteniendo un promedio de 49 qq/ha, demostrando que a pesar de la mala distribución de la precipitación, se obtuvo un rendimiento bueno para estas condiciones con la aplicación del gel (Villeda, 2016).

También se demostró que aplicarlo bajo condiciones muy secas, el Hidrogel actúa de manera negativa con la planta, ya que las características del gel es absorber agua, por lo tanto, actúa como competencia por humedad con la planta afectando su desarrollo (Villeda, 2016).

#### c) Modo de empleo

Zuñiga, (2007) indica que se puede aplicar seco o hidratado en las dosificaciones recomendadas por los técnicos. Para especies trasplantadas se aplica directamente en el hoyo y se mezcla con la tierra, posteriormente se hidrata y se continúa con el proceso de trasplante normal.

En cultivos hidropónicos se mezcla con el sustrato y en cultivos extensivos se aplica en los surcos, antes de realizar la última pasada del tractor que voltea la tierra.

#### d) Beneficio del Hidrogel

Según Zuñiga (2007) Los cristales de Hidrogel absorben agua cientos de veces su peso y la proporcionan paulatinamente a las raíces de todo tipo de plantas, el producto mejora las características del suelo, como son la retención y disponibilidad del agua, la aireación y la descompactación. Su aplicación en la agricultura, invernaderos y viveros, el sector forestal y la arquitectura paisajista puede reducir el uso de agua hasta en más del 50%. Agregando los cristales al sustrato, se incrementa el rendimiento, el crecimiento y la sobrevivencia de las plantas.

- Aumenta la capacidad de retención de agua de los suelos por varios años
- La frecuencia de riego se puede reducir en un 50%
- Limita las pérdidas de agua y nutrientes por lixiviación
- Reduce la evaporación del suelo
- Mejora las propiedades físicas de los suelos compactos
- Mejora el crecimiento de las plantas
- El agua y los nutrientes están continuamente disponibles en la zona de las raíces para una óptima absorción por las plantas
- Protege el medio ambiente contra la sequía y la contaminación de las aguas subterráneas
- Evita la pérdida de la cosecha por falta de agua
- Absorbe fertilizantes solubles y los libera lentamente
- Incrementa el rendimiento de las cosechas
- Reduce la tensión de las plantas por falta de agua
- Ahorro de agua
- Ahorro de abono
- Mejor calidad de las plantas
- Germinación acelerada
- No son tóxicos



### 3. OBJETIVO

#### 3.1 objetivo general

Evaluar el efecto de tres dosis y dos formas de aplicación del acrilato de potasio o hidrogel, sobre el comportamiento botánico y rendimiento del cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris L.*, en tres localidades del corredor seco de Guatemala.

#### 3.2 objetivos específicos

- Determinar el efecto de las dosis y forma de aplicación de acrilato de potasio en el desarrollo botánico de las plantas de frijol, para determinar el tratamiento que presente mejor resultado.
- Comparar el efecto de tres dosis y dos formas de aplicación de hidrogel sobre el rendimiento de grano en kilogramos por hectárea del cultivo de Frijol, en las tres localidades determinadas para la evaluación.
- Realizar un análisis financiero utilizando la relación Beneficio Costo, para seleccionar y recomendar la alternativa que refleje mayor beneficio para el productor.

#### **4. HIPÓTESIS**

- Los tratamientos no presentaran diferencias estadísticamente significativas sobre el porcentaje de germinación en las plantas de frijol.
- Los tratamientos no presentaran diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento en altura de las plantas de frijol.
- Los tratamientos no presentaran diferencias estadísticamente significativas sobre el porcentaje de floración en las plantas de frijol.
- Los tratamientos no presentaran diferencias estadísticamente significativas sobre el número de vainas por planta de frijol.
- Los tratamientos no presentaran diferencias estadísticamente significativas sobre el número de granos por vaina en las plantas de frijol.
- Los tratamientos no presentaran diferencias estadísticamente significativas sobre el rendimiento de grano en kilogramos por hectárea.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 Localidades y época**

Los ensayos se establecieron en tres localidades, dos se instalaron en los municipios de Ipala y San Juan Ermita del departamento de Chiquimula y uno en el municipio de San Diego, departamento de Zacapa.

La fase de campo comprendió el período entre agosto 2016 a diciembre del año 2016. En época llamada de segunda o postrera, esta temporada se caracteriza por presentar condiciones favorables para calificar los daños por estrés hídrico, BGYMV y Roya.

### **5.2 Diseño experimental**

La comprobación de las hipótesis planteadas se realizó a través del establecimiento de un experimento con ensayos en tres localidades.

Los ensayos fueron diseñados y establecidos en Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo bifactorial combinatorio, en el que se evaluaron seis tratamientos correspondientes a dos formas de aplicación (factor A) y tres dosis de poliacrilato de potasio (factor B) utilizada en el cultivo de frijol variedad Vaina Morada, se establecieron cinco bloques por ensayo, cinco repeticiones por tratamiento.

### **5.4 Tratamientos**

El estudio consistió en evaluar tres dosis de hidrogel combinadas con dos formas de aplicación.

Cuadro 3. Dosis y forma de aplicación de hidrogel a evaluar en el cultivo de frijol.

Forma de aplicación	Dosis de hidrogel gr/postura
Aplicado en el fondo de la postura al momento de la siembra	0 (testigo)
	1
	2
Aplicado a 5 cm de distancia de la postura al momento de la siembra (en la parte superior de la pendiente)	0 (testigo)
	1
	2

## 5.6 Tamaño de las unidades experimentales

### a. Tamaño de la Parcela Bruta

El tamaño de las parcelas será de 6.72 m<sup>2</sup> (0.40 m x 4.2 m x 4 surcos); es decir 4 surcos de 4.2 m de longitud. La distancia de siembra a utilizada fue de 0.30 m entre plantas y 0.40 m entre surcos y dos granos por postura para obtener una densidad de siembra de 83,333 plantas/hectárea.

### b. Tamaño de la parcela neta

El tamaño de la parcela neta fue de dos surcos de 3.60 m de longitud por 0.40 m de ancho, haciendo un área de 2.88 m<sup>2</sup>.

### c. Área total del ensayo

Cada ensayo por localidad fue constituido por 6 tratamientos y 5 repeticiones, haciendo un área total 312 m<sup>2</sup>.

### 5.5 Modelo estadístico del análisis por localidad

El diseño experimental empleado fue un arreglo combinatorio distribuido en bloques completos al azar, con tres dosis de Hidrogel y dos formas de aplicación, en donde se tendrán seis tratamientos distribuidos en cinco repeticiones.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + a_i + b_j + (ab)_{ij} + Y_k + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta observada a medida de la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$U$  = Media general

$a_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor "A"

$b_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor "B"

$(ab)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo nivel del factor "A" y el  $j$ -ésimo nivel del factor "B"

$Y_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo bloque

$E_{ijk}$  = Error experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental

### 5.6 Modelo estadístico del análisis de varianza en conjunto de las tres localidades

Se realizó mediante un análisis estadístico trifactorial, convirtiendo a las localidades en variable para evaluar rendimiento. A continuación el modelo estadístico utilizado.

$$Y_{ijkl} = \mu + L_i + A_j + B_k + (LA)_{ij} + (LB)_{ik} + (AB)_{jk} + (LAB)_{ijk} + K_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Variable de respuesta esperada

$\mu$  = Media general

$L_i$  = Efecto de Localidades

$A_j$  = Efecto del factor A (dosis de Hidrogel)

$B_k$  = Efecto del factor B (formas de aplicación)

$(LA)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre Localidades y el factor A

$(LB)_{ik}$  = Efecto de la interacción entre Localidades y el factor B

$(AB)_{jk}$  = Efecto de la interacción entre el factor A y factor B

$(LAB)_{ijk}$  = Efecto de la interacción triple entre Localidad, factor A y factor B

$K_l$  = Efecto del cruce de bloques en cada localidad

$\varepsilon_{ijkl}$  = Error experimental asociado al ensayo

## 5.7 Variables respuesta

En la evaluación de cada tratamiento, se midieron las variables siguientes:

- a) Porcentaje de germinación: Para identificar un posible efecto de los tratamientos sobre la germinación de las plantas, se determinó la cantidad de plantas germinadas en relación a la cantidad de semillas sembradas en la parcela neta, se determinó teniendo en cuenta tres granos por posturas.
- b) Porcentaje de floración: Dado que las localidades del experimento y a la poca disponibilidad de los investigadores para encontrarse en el área experimental todos los días, no se determinó el número de días a floración, en cambio se determinó el porcentaje de floración el día 34 después de la siembra.
- c) Altura de la planta en centímetros: Siendo que el crecimiento de la planta de frijol sigue el patrón de la curva normal, se realizó el día 50 después de la siembra, la medición de la altura de las plantas se realizó previo a la cosecha, cuando un 50% de las plantas comenzaron a adquirir amarillamiento típico de la cercanía a

madurez fisiológica. Se midió la altura desde el cuello hasta la última yema floral de las plantas pertenecientes a la parcela neta de cada unidad experimental y se determinó el promedio de altura por unidad experimental.

- d) Número de vainas por planta: Se hizo un muestreo en el que se seleccionaban al azar 5 plantas por unidad experimental y se contaron las vainas totales, luego se realizó un promedio para determinar el valor de esta variable.
- e) Número de granos por vaina: Se hizo un muestreo en el que se seleccionaban al azar 6 vainas por unidad experimental y se contaron los granos totales, luego se realizó un promedio para determinar el valor de esta variable.
- f) Rendimiento de grano en kilogramos por hectárea: Se cosechó la parcela neta de cada unidad experimental, se determinó el peso del grano en gramos por parcela neta, luego se determinó el porcentaje de humedad de grano por unidad experimental haciendo un muestreo, se ajustó el rendimiento al 14% de humedad mediante el uso de la fórmula de materia seca y de peso corregido, luego se realizó una conversión de gramos por parcela neta a kilogramos por hectárea.

$$MS = PH - ((PH * HC) / 100)$$

$$PG = (100 * MS) / 86,$$

$$PGKg/Ha (PG / 2,88 * 10000) / 1000$$

Donde:

Ms: materia seca

PH: peso húmedo del grano

HC: humedad del grano

PG: peso real del grano

PGKg/Ha: peso del grano en kilogramos por hectárea

- g) Humedad en el suelo (%): Se extrajo una muestra de suelo de cada unidad experimental, haciendo un total de 30 muestras por localidad, la humedad se determinó mediante el método Nch-1515, el cual consiste en el peso de las

muestras en húmedo y luego en seco, la diferencia entre estos los dos pesos corresponde al total de agua contenida en la muestra, la relación del peso de la humedad y el peso del suelo húmedo indica el porcentaje de humedad.

- h) Relación beneficio costo (R B/C): Para determinar el tratamiento con la mejor relación B/C, se encuentra la suma de los beneficios actualizados de cada tratamiento y se divide sobre la suma de los costes actualizados del mismo tratamiento. El indicador muestra el retorno de la inversión más el beneficio por cada unidad monetaria invertida.

## **5.8 Análisis de la información**

### **a) Análisis estadístico**

Para analizar las variables respuestas indicadas (rendimiento en Kg/Ha, altura de la planta en centímetros, el número promedio de vainas por planta por tratamiento, el número promedio de granos por vaina por tratamiento y peso de cien granos), se realizaron los correspondientes análisis de varianza (ANDEVA), encontrándose diferencia significativas entre los tratamientos se procedió a efectuar las respectivas pruebas de medias y se realizará una comparación de medias utilizando la prueba LSD Fisher al 5 %.

También se analizó la relación Beneficio Costo de los tratamientos, para identificar el tratamiento que presente la mejor relación beneficio-costos.

Con la información analizada, se elaboró el informe final de la investigación, donde se interpretan los resultados del proyecto, al mismo tiempo se harán las respectivas recomendaciones que se podrán compartir con los productores. Los resultados de cada localidad se interpretarán por separado, es decir que serán independientes los resultados obtenidos en cada localidad de estudio.

Con la investigación se espera identificar el tratamiento o dosis de poliacrilato de potasio y forma de aplicación que mejor rendimiento presente, así como la rentabilidad de cada tratamiento. Se determinará si el poliacrilato de potasio puede ser aplicable al cultivo de



frijol y especialmente si es una alternativa para minimizar el impacto de las condiciones de sequía característica de la región del corredor seco de Zacapa y Chiquimula.

#### b) Análisis financiero

Con la investigación se espera identificar el tratamiento que mejor rentabilidad presente. Se realizará la toma de datos de los costos de producción, para posteriormente ingresarlos a un flujo de caja. Para una conclusión acerca de la viabilidad de un proyecto, bajo éste enfoque, Se realizará el análisis financiero mediante la utilización de la relación beneficio-costos, para esto se debe tener en cuenta la comparación de la relación B/C hallada en comparación con 1.

$$\text{Formula B/C} = \text{VAI/VAC}$$

Donde:

B/C = relación beneficio costo.

VAI = Valor actualizado de los ingresos.

VAC= Valor actualizado de los costos.

Guía de decisión:

B/C > 1 los beneficios superan los costes, el proyecto debe ser considerado.

B/C=1 Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.

B/C < 1, los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

### 5.9 Manejo del experimento

La variedad de frijol a utilizar será Vaina morada, porque predomina entre los productores de la región. Se aplicará hidrogel en dosis de 0, 1 y 2 gramos por postura, fertilizante químico basado en el plan de fertilización recomendado por el ICTA. Equipo de laboratorio que incluye pluviómetros y cajas de aluminio para tomar las muestras de suelo.

#### a) Pruebas de hidratación del hidrogel

Se puso a prueba la relación que se especifica en la etiqueta del producto Aguagel® (200 ml de agua/gr de poliacrilato), sin embargo se determinó que el hidrogel puede absorber agua en esa proporción únicamente si es agua destilada, sabiendo que a nivel de campo no se tendría acceso a agua destilada se procedió a hacer pruebas de hidratación agregando agua del grifo paulatinamente hasta que el gel adquiriera una consistencia gelatinosa y firme. El resultado óptimo en cuanto a absorción se obtuvo al agregar 110 cc por cada gramo de hidrogel. Luego se procedió a preparar recipientes (medidas) para aplicar los tratamientos de 1 y 2 gramos de hidrogel, los cuales se basan en el volumen que es ocupado por la mezcla de hidrogel/agua en la proporción antes mencionada.

#### b) Selección del terreno

Puesto que la investigación está destinada a obtener resultados que sean representativos del área del corredor seco, se procedió a definir tres localidades que cumplieran con tres características básicas.

- La locación debe estar dentro del corredor seco
- Debe tener las características edafoclimáticas que el frijol necesita para completar su ciclo
- Debe ser un área en donde se produzca frijol de forma excedentaria.

Con base en esto se escogieron los municipios de San Diego Zacapa, San Juan Ermita e Ipala Chiquimula.

Antes de la preparación del terreno se hizo la delimitación del área experimental de 260 m<sup>2</sup> (27 m x 9.6 m).

#### c) Preparación del terreno

Se realizó una eliminación mecánica de malezas mediante el uso de machetes, inmediato a esta se aplicó el herbicida de amplio espectro Glifosato alemán® 35,6 SL (Glifosato) a razón de 125 cc por aspersora de 4 galones en forma asperjada sobre la superficie del suelo.

## d) Trazado y etiquetado

Se hizo la distribución espacial, estaquillado y piteado en el terreno, con el fin de delimitar cada unidad experimental dentro del ensayo.

Se elaboraron etiquetas con cartulina, pita, un marcador y parafina, a cada etiqueta fue asignado un código de posicionamiento dentro ensayo, dicho código contiene tres números, el primero indica el bloque y los otros dos, el número de parcela en orden del caminamiento. Estos códigos fueron sustituidos por tratamientos al momento de la interpretación de resultados.

## e) Hidratación del poliacrilato de potasio

Es importante resaltar que aunque la etiqueta del producto Aguagel® (poliacrilato de potasio) recomienda 200 ml de agua para la hidratación del mismo. Las pruebas previas demostraron que el agua “común” (de grifo) no es absorbida en la misma proporción, dando como resultado una absorción de 110ml de agua/gramo de poliacrilato.

Cuadro 4. Calculo de semilla, poliacrilato de potasio y agua.

	No. Posturas	No. Plantas	No. De semillas	Cantidad de poliacrilato	Agua necesaria (L)
Tratamiento 1	56	112	168	0 g	0
Tratamiento 2	56	112	168	56 g	6
Tratamiento 3	56	112	168	112 g	12
Tratamiento 4	56	112	168	0 g	0
Tratamiento 5	56	112	168	56 g	6
Tratamiento 6	56	112	168	112 g	12
<b>Por Bloque</b>	<b>336</b>	<b>672</b>	<b>1008</b>	<b>336 g</b>	<b>37</b>
<b>Por localidad</b>	<b>1680</b>	<b>3360</b>	<b>5040</b>	<b>1,68 Kg</b>	<b>185</b>
<b>3 localidades</b>	<b>5040</b>	<b>10080</b>	<b>15120</b>	<b>5,04 Kg</b>	<b>554</b>

## f) Tratamiento de la semilla

Previo a la siembra con el fin de prevenir ataques de plagas de suelo como la gallina ciega (*Phyllophaga sp*, *Melolontha sp*), gusano trozador (*Gryllotalpa gryllotalpa*) y grillo (*Gryllus assimilis*.) sobre la semilla, se aplicó el tratador de semilla Blindage 60 FS® (Thiodicard + Imidacloprid), a razón de 5 ml por kilogramo de semilla.

### g) Siembra

Luego de tener realizado el trazado de las parcelas, se procedió a realizar la siembra de frijol en forma manual utilizando un chuzo huizute para abrir un agujero en cada postura y depositar 3 semillas por agujero a un distanciamiento de 0.30 entre plantas y 0.40 entre surcos, para obtener una densidad de siembra de 167,000 plantas/ha, simultáneamente se perforaron agujeros de alrededor de diez centímetros de profundidad para depositar el hidrogel, la distancia de este a la planta están determinadas por el tratamiento.

Sabiendo que una libra de semilla de frijol variedad Vaina morada tiene en promedio 480 semillas, se estima que para la siembra de las tres localidades del experimento se usaran 12 libras de semilla de frijol.

### h) Raleo poblacional

Ya que se sembraron 3 semillas por postura y se proyectó el cultivo con 2 semillas por postura se previno la labor de resiembra realizando un raleo poblacional recorriendo el ensayo haciendo una eliminación selectiva de la planta más débil de cada postura conservando dos plantas por postura en caso de que germinaran tres.

### i) Fertilización

- Primera fertilización se hizo en forma manual (chuzeada) al pie de la planta a los 15 días después de la siembra utilizando el fertilizante con formula comercial triple 15 (15-15-15) se fertilizó a razón de 570 libras por hectárea (3.11 gramos por postura).
- Segunda fertilización se realizó en forma asperjada sobre la planta 4 medidas de 25cc del producto Bayfolan Forte® por aspersora de 4 galones a los 25 días posteriores a la siembra, con dosis de 2.85 litros por hectárea (0.17 cc por postura).
- Tercera fertilización se realizó en forma asperjada sobre la planta 4 copas medidas de 25cc del producto Bayfolan Forte® por aspersora de 4 galones a los 35 días posteriores a la siembra, con dosis de 2.85 litros por hectárea (0.17 cc por postura).

#### j) Monitoreos

- Monitoreo de germinación: La germinación se midió con base en las 72 plantas que debería haber en la parcela neta (dos surcos de 12 posturas y tres granos por postura), de modo que un 100% de germinación en un tratamiento sería igual a 72 plantas en la parcela neta.
- Determinación de nivel de estrés hídrico: Se realizó un recorrido sistemático en el ensayo para determinar en forma cualitativa el nivel de estrés de plantas por causa de la falta de precipitación, se clasificaron en alto, medio y bajo según la falta de turgencia de plantas.
- Monitoreo de floración: se realizó un recorrido ordenado dentro de los tratamientos en busca de botones florales, flores y vainas, se contaron las plantas totales de la parcela neta y la cantidad de plantas en floración.
- Monitoreo de plagas y enfermedades: Eventualmente se realizaron recorridos ordenados dentro de los ensayos en busca de señales de ataque de plagas o presencia de enfermedades, se detectó *Bemisia tabaci* en los ensayos a pesar de realizar aplicaciones con insecticida sistémico, así mismo *Diabrotica sp.* En las tres localidades y abundante presencia de *Sarasinula plebeia* en el ensayo localidad San Juan Ermita, asimismo se presentaron plantas con síntomas de marchitez por daño en las raíces provocado por un género específico de hongo o por complejo de los siguientes *Fusarium, phytium, Rhyzoctonia o Sclerotium*.

#### k) Control de plagas

- Control de insectos: se realizó en todas las etapas del cultivo, se realizaron aspersiones cada 8 días aplicando en forma alterna los siguientes productos Monarca 11,25 SE® (Thiacloprid + Beta-cyfluthrina) a razón de una medida de 25 cc por aspersora 4 galones y Malathion 57 EC® (Malathion) a razón de una

medida de 25 cc por aspersora 4 galones para el control de insectos de los géneros: *Diabrotica sp.*, y *Heliothis sp.* los cuales son plagas directas, así mismo *Apion sp.* y *Empoasca sp.* y *Bemisia tabaci* que son vectores de virus que afectan al cultivo. Se realizaron dos aplicaciones al voleo del acaricida tipo cebo caracolex 5 RB® (methaldehido) en la localidad de San Juan Ermita para control de la babosa Chimilca *Sarasinula plebeia*.

- Control de enfermedades: se realizó en todas las etapas del cultivo, se aplicó el fungicida preventivo Antracol 70 WP® (Propineb) a razón de cuatro medidas de 25 cc por aspersora 4 galones cada 15 días a partir de la siembra, junto con los productos Malathion 57 EC® (Malathion) y Monarca 11,25 SE® (Thiacloprid + Beta-cyfluthrina) según fuera el caso. Asimismo se realizaron dos aplicaciones del fungicida curativo Banrot 40 WP® (Etridiazole 15% + Metiltiofanato 25%) a razón de 27 gr por aspersora de 4 galones por presencia de *Fusarium sp* en el cultivo.
- Control de malezas: Con el objetivo de disminuir la competencia del cultivo con otras plantas por agua, aire, nutrientes, espacio y luz, se realizó una aspersión del herbicida de amplio espectro Glifosato alemán® 35,6 SL (Glifosato) a razón de 125 cm<sup>3</sup> por aspersora de 4 galones en forma asperjada sobre la superficie del suelo inmediatamente después de la siembra para evitar competencia entre las malezas y el cultivo de frijol. Se cortó la maleza de forma manual a los 25 dds.

#### l) diagnóstico de enfermedades:

Paralelo a los monitoreos por observación se hizo un diagnóstico de enfermedad utilizando un microscopio con lente de 10X para determinar cuáles eran las estructuras micóticas presentes en el área afectada de las plantas y un comparador literario para la identificación y reconocimiento de las mismas.

m) Determinación de la humedad del suelo:

El primer muestreo de suelo de este experimento tuvo como objetivo determinar la cantidad arena, limo y arcilla que posee dicho suelo (textura), se realiza en forma sistemática haciendo incisiones en el suelo en forma de “V” y sacando una cara de 15 centímetros de largo y 7 de ancho de cada, se extrajeron 14 su muestras de suelo para hacer una muestra.

En octubre se procedió a hacer un nuevo muestreo de suelo esta vez, la muestra fue extraída del centro de la unidad experimental, una muestra por unidad experimental, se depositaron en bolsas de nylon para su transporte.

Las muestras fueron depositadas en cajas de aluminio posteriormente fueron pesadas y depositadas en el horno a 105<sup>a</sup> C durante 24 horas. Cada muestra fue de aproximadamente 20 gramos Se enumeraron y tararon las cajas de aluminio, se colocó el material edáfico en ellas, fueron pesadas, luego fueron puestas en el horno a 105° C durante 24 horas y se pesaron las cajas nuevamente, el descenso en el peso de la muestra es el agua que se evaporo de ella, la relación entre los pesos antes y después del horno de las muestras determina el porcentaje de humedad en el suelo.

n) Cosecha:

Se realizó cuando existió madurez fisiológica, es decir cuando se completó el ciclo de la planta, se procedió a obtener el fruto de las plantas de frijol y a pesarlo para obtener el dato de gramos de grano producido por cada parcela neta.

o) Determinación de condiciones de suelo

En el mes de julio se extrajeron tres muestras de suelo, una de cada localidad del experimento, utilizando los resultados obtenidos del examen físico del suelo se calculó la capacidad de campo y punto de marchitez permanente, a través de las formulas siguientes:

$$CC = ((0.48*\%Arcilla)+ (0.16*\%Limo)+ (0.023*\%Arena)+2.62)$$

$$PMP = ((0.302 *\%Arcilla)+ (0.102*\%Limo)+ (0.0147*\%Arena)$$

Cuadro 5. Capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente.

localidad	% Arena	% Limo	% Arcilla	%CC	%PMP	Da
SD, Z	40,41	33,76	25,83	<b>32,28</b>	<b>18,67</b>	1,40
SJE, C	34,08	29,54	36,38	<b>25,65</b>	<b>14,50</b>	1,11
I, C	29,86	14,77	55,37	<b>21,42</b>	<b>11,84</b>	1,08

El terreno en el que se estableció el ensayo en la localidad de San Diego, Zacapa presenta una topografía plana (no mayor a 5%), con una profundidad efectiva de aproximadamente 20 centímetros, mediana pedregosidad y textura franco arcillosa. En la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, se estableció el ensayo en un terreno con topografía inclinada, condiciones de sombra, profundidad efectiva de 10 centímetros, elevada pedregosidad y textura franco arcilloso. En el ensayo localidad Ipala, Chiquimula, se tuvieron condiciones de topografía plana, poca pedregosidad y textura arcillosa.

#### p) Registro de la precipitación

La precipitación efectiva fue determinada utilizando el método de Blaney Criddle, en el cual se postula que en caso la precipitación pluvial real sea menor a 25.4 mm el coeficiente de aprovechamiento es de 0.95 (95%). Se presentará la precipitación efectiva como la relevante para la discusión y se expresará en milímetros (mm).

La siembra en el municipio de San diego Zacapa se realizó el día 10 de septiembre, este día es tomado como el día 0 DDS (después de la siembra) a partir de ella se registró la precipitación pluvial que se presentó durante todo el ciclo del cultivo. La totalidad de las precipitaciones efectivas acumuladas durante los tres meses de cultivo fueron de 44.18 mm de agua. La siembra en San Juan Ermita se realizó el día 12 de septiembre, la totalidad de las precipitaciones efectivas acumuladas durante los tres meses de cultivo fueron de 26.6 mm de agua. La siembra en Ipala se realizó el día 18 de septiembre, La totalidad de



las precipitaciones efectivas acumuladas durante los tres meses de cultivo fueron de 11.4 mm de agua.

En ninguna localidad el requerimiento hídrico del cultivo de frijol fue satisfecho, ya que Según DIGI (2014), el requerimiento total de agua para el cultivo de frijol es de 800 mm por ciclo, esta condición climática desfavorece al cultivo, pero presenta el escenario perfecto para la obtención de datos fieles a los fines del ensayo.

#### q) Registro de la temperatura

La temperatura utilizada para la elaboración del climadiagrama de San Diego, Zacapa (ver anexo 18) fue la registrada por la estación meteorológica de La Fragua entre los meses de septiembre y noviembre del 2016, durante este periodo se registró una temperatura máxima de 31°C, una temperatura mínima de 24.5°C y una temperatura media de 27.89°C . La temperatura utilizada para la elaboración del climadiagrama de San Juan Ermita e Ipala, Chiquimula (ver anexo 19 y 20) fue la registrada por la estación meteorológica de Camotán entre los meses de septiembre y noviembre del 2016, durante este periodo se registró una temperatura máxima de 28°C, una temperatura mínima de 23.5°C y una temperatura media de 25.83°C.

#### r) Calculo de la evapotranspiración

La evapotranspiración fue calculada mediante el método de Blaney Criddle la cual se basa en la cantidad de horas luz que existe en determinado lugar. Este toma en cuenta la temperatura media de un periodo de tiempo considerando las horas de luz por mes como un porcentaje del total de horas luz.

$$Etp \text{ (mm/día)} = a + b*(f)$$

$$(f) = P* (0.46 * Tm + 8.13)$$

Donde

a y b = son coeficientes de regresión lineal entre (f) y Etp

(f)= factor de uso consuntivo de Blaney Criddle

P = porcentaje de horas luz diarias en el periodo considerado (% anual)

$T_m$  = Temperatura media diaria en el periodo considerado ( $^{\circ}C$ )

Cuadro 6. Determinación de la evapotranspiración mediante el método de Blaney Criddle en el municipio de san diego, departamento de Zacapa, Guatemala, 2016.

<b>HORAS LUZ POR DIA - EN PORCENTAJE DE TOTAL ANUAL método de Blaney Criddle</b>			
<b>LAT</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>
<b>15</b>	0,28	0,27	0,26
<b>a</b>	0,28	0,27	0,26
<b>b</b>	28,37	27,64	26,04
<b>f</b>	5,930252632	5,62854	5,228324706
Etp/mes	168,5119036	155,8678613	136,4117263
Etp/día	5,617063453	5,195595378	4,547057544

El coeficiente de cultivo sirve para ajustar el dato de evapotranspiración, en el caso del frijol este coeficiente es 1 por lo que no ejerce ningún efecto sobre el resultado.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Análisis de resultados por localidad

Para generar información respecto al uso agronómico del poliacrilato de potasio utilizando dos formas de aplicación y tres dosis en el cultivo de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Vaina Morada se llevó a cabo la evaluación de las siguientes variables respuestas: porcentaje de germinación, porcentaje de floración, altura de planta en centímetros, número de vainas por plantas, número de granos por vaina, rendimiento en kilogramos por hectárea y porcentaje de humedad del suelo. Las cuales se evaluaron por medio de análisis de varianza con un grado de confiabilidad del 95% y prueba de LSD Fisher para los componentes que presenten “P-valor” inferior a 0.05.

#### 6.1.1 Localidad de San Diego

A continuación se presenta la interpretación de los resultados obtenidos en el ensayo establecido en la aldea El Porvenir, municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

##### a) Porcentaje de germinación

Para determinar el efecto de la aplicación de poliacrilato de potasio en la germinación de las plantas de frijol en esta localidad se realizó un análisis de varianza de los tratamientos, esta variable fue medida el décimo día después de la siembra, contando la cantidad de plantas existentes en parcela neta, tomando en cuenta la siembra de tres granos por postura es decir 72 plantas por parcela neta.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación, San Diego, Zacapa, 2016.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% de germinacion	30	0,53	0,32	3,24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	214,83	9	23,87	2,49	0,0429
bloque	29,53	4	7,38	0,77	0,5574
forma de aplicación	1,74	1	1,74	0,18	0,6749
dosis de hidrogel	162,71	2	81,36	8,48	0,0021
forma de aplicación*dosis ..	20,85	2	10,43	1,09	0,3562
Error	191,77	20	9,59		
Total	406,60	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 3.24, lo que indica poca variabilidad en los resultados de los tratamientos en función de los datos analizados. Además demuestra un adecuado manejo del experimento y la obtención de datos fiables. En el cuadro 7 se muestra que existe diferencia significativa para el factor dosis de hidrogel, por lo cual se procede a realizar la prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre este factor.

Cuadro 8. Prueba de medias LSD Fisher al 5% para el factor dosis de hidrogel de la variable porcentaje de germinación, municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.88868**  
**Error: 9.5886 gl: 20**

dosis de hidrogel	Medias	n	E.E.
0	97,50	10	0,98 A
2	96,80	10	0,98 A
1	92,25	10	0,98 B

En el cuadro 8 se determinó que la dosis de cero gramos presento la media superior entre los tratamientos, con promedio de 97.5%, no existiendo diferencia entre la aplicación de 0 y 2 gramos sobre la variable porcentaje de germinación, independientemente de la forma de aplicación. Esto indica que la adición de poliacrilato de potasio no presenta un efecto positivo sobre la germinación de las semillas de frijol y presenta un resultado contrario al deseado sobre estas, probablemente por la absorción de agua que presento el suelo debido a las altas temperaturas que se presentaron durante los

primeros días del cultivo, compitiendo con las semillas por este recurso. Ya que el testigo presentó el mejor resultado se acepta la hipótesis planteada.

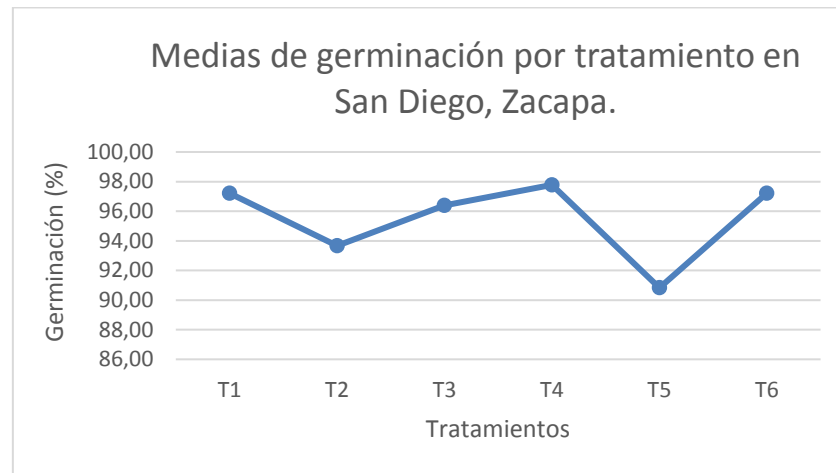


Figura 2. Medias de la variable porcentaje de germinación, municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

#### b) Porcentaje de floración

El porcentaje de floración en las plantas de frijol fue determinado mediante el conteo de las plantas que poseían flor al momento del conteo el día 37 dds y posteriormente expresando como porcentaje en relación a la cantidad de plantas totales existentes en parcela neta, a continuación se presenta el análisis de varianza realizados sobre los resultados de los tratamientos.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable porcentaje de floración de los tratamientos municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% de floracion	30	0,73	0,61	3,29

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	412,80	9	45,87	5,95	0,0005
bloque	25,38	4	6,34	0,82	0,5261
forma de aplicación	67,47	1	67,47	8,75	0,0078
dosis de hidrogel	269,43	2	134,72	17,47	<0,0001
forma de aplicación*dosis ..	50,52	2	25,26	3,28	0,0588
Error	154,24	20	7,71		
Total	567,04	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 3.29, lo que indica baja variabilidad entre los resultados de los tratamientos. En el cuadro 9 se identifica una diferencia significativa para los factores forma de aplicación y dosis de hidrogel, por lo cual se procede a realizar la prueba LSD Fisher al 5%.

Cuadro 10. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre el factor forma de aplicación para variable floración municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.11523  
 Error: 7.7119 gl: 20

forma de aplicación	Medias	n	E.E.	
B	85,98	15	0,72	A
A	82,99	15	0,72	B

Se identificó diferencia significativa en el factor forma de aplicación, apreciándose que la forma de aplicación “B” (a 5 centímetros de la postura) presentó la media superior con un 85.98%, esto podría deberse a que la cercanía del polímero ejerce competencia con mayor porcentaje del sistema radicular de la planta, en contraste la forma de aplicación a cinco centímetros que tiene contacto con menor cantidad de raíces lo que pudo favorecer una más eficiente interacción entre las raíces y el polímero. Se rechaza la hipótesis nula, debido a que el análisis de medias indica que los tratamientos que a los cuales se les aplicó el hidrogel a 5 centímetros de la postura presentaron mejores resultados.

Cuadro 11. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre el factor dosis de hidrogel para variable floración municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.59062  
 Error: 7.7119 gl: 20

dosis de hidrogel	Medias	n	E.E.	
2	88,72	10	0,88	A
0	82,40	10	0,88	B
1	82,33	10	0,88	B

Mediante la prueba de medias se determinó la existencia de diferencia significativa en el factor dosis de hidrogel, siendo la dosis de 2 gramos la que presentó la media superior con un 88.72% sobre la variable porcentaje de floración, las plantas de frijol parecen

haber sido favorecidas por la humedad albergado en el polímero durante el inicio de la etapa productiva de las plantas favoreciendo el incremento en el porcentaje de floración. Se rechaza la hipótesis nula ya que los tratamientos con mejor resultado fueron los que contenían dos gramos de hidrogel por postura.

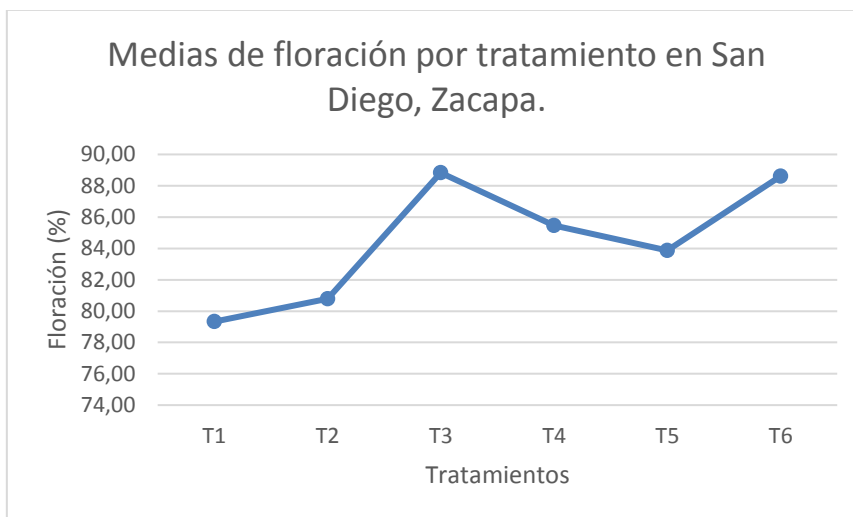


Figura 3. Medias del porcentaje de floración de los tratamientos, municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

### c) Altura de planta en centímetros

La lectura de esta variable se realizó el día 50 dds, midiendo la planta desde su cuello hasta la última yema floral que esta presenta, dicha yema floral se identifica por poseer una sola vaina comúnmente llamada “vaina falsa” que es de menor tamaño a una vaina productiva y que por lo regular no presenta granos en su interior.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable altura de planta en centímetros de los tratamientos municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
altura de planta (cm)	30	0,97	0,95	3,63

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6104,83	9	678,31	67,88	<0,0001
bloque	84,53	4	21,13	2,11	0,1167
forma de aplicación	56,03	1	56,03	5,61	0,0281
dosis de hidrogel	5843,40	2	2921,70	292,36	<0,0001
forma de aplicación*dosis ..	120,87	2	60,43	6,05	0,0088
Error	199,87	20	9,99		
Total	6304,70	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 3.63, lo que implica poca variabilidad en los datos analizados. Se identificó una diferencia altamente significativa para el factor dosis de hidrogel, así mismo se determinó que existe diferencia significativa para el factor formas de aplicación y para la interacción entre dosis de hidrogel y formas de aplicación, por lo cual se procede a realizar la prueba LSD Fisher al 5% sobre la interacción de los factores.

Cuadro 13. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre la interacción entre el factor formas de aplicación y el factor dosis de hidrogel para variable altura de planta en centímetros, municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=4.17053  
Error: 9.9933 gl: 20

forma de aplicación	dosis de hidrogel	Medias	n	E.E.	
B	2	109,00	5	1,41	A
A	2	104,60	5	1,41	B
B	1	81,60	5	1,41	C
A	0	77,60	5	1,41	C D
A	1	75,00	5	1,41	D
B	0	74,80	5	1,41	D

En el cuadro 13 se aprecia que se presentó diferencia significativa sobre la interacción entre formas de aplicación y dosis de hidrogel, a raíz de esto se determinó que “B2” (tratamiento 6) es el que presentó mejor resultado con una media de 109 centímetros, prosiguiendo a este la interacción “A2” (tratamiento 3) el cual presentó una media de 104.6 centímetros. Se presentaron 4 grupos estadísticos para las medias de los tratamientos, los resultados anteriores sugieren que las plantas de frijol fueron influenciadas por el poliacrilato de potasio presentando un alza en la altura de las plantas a mayor sea la cantidad de poliacrilato, esto pudo deberse a la cantidad de humedad que este poseyó durante el ciclo del cultivo, debido a las lluvias ocasionales. Se rechaza la hipótesis nula, y se presenta al tratamiento 6 como el mejor, por presentar la media más alta sobre la variable altura de planta.



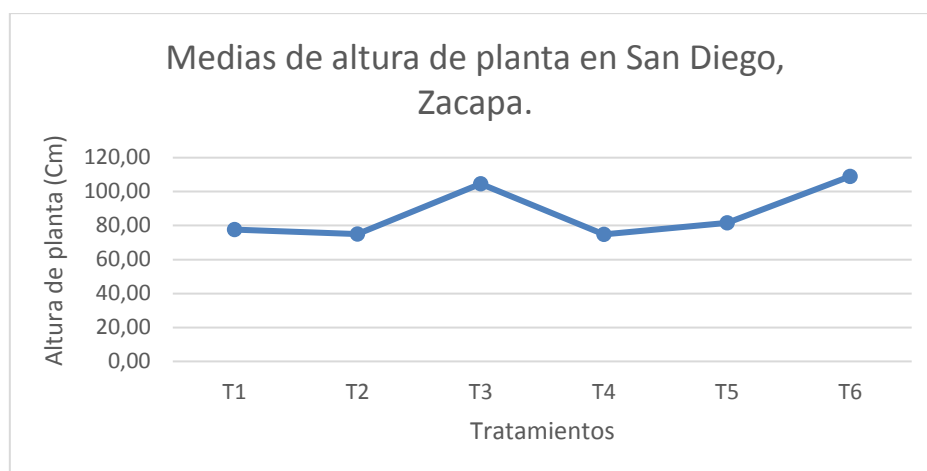


Figura 4. Medias de la variable altura de planta en centímetros de los tratamientos, municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

#### d) Número de vainas por planta

El número de vainas por plantas se determinó durante la cosecha del ensayo, esto se realizó mediante la selección aleatoria de cinco plantas de frijol cosechadas en parcela neta, se contó el total de vainas que estas poseían y se procedió a calcular el promedio de estas. A continuación se presenta el análisis estadístico realizado a los datos de esta variable.

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta de los tratamientos municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. Granos/vaina	30	0,53	0,33	12,33

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,46	9	0,83	2,55	0,0388
bloque	4,72	4	1,18	3,64	0,0220
forma de aplicación	0,43	1	0,43	1,33	0,2622
dosis de hidrogel	0,58	2	0,29	0,90	0,4237
forma de aplicación*dosis ..	1,72	2	0,86	2,65	0,0956
Error	6,49	20	0,32		
Total	13,95	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 12.33, lo que implica una mediana variabilidad en los tratamientos en función de los datos analizados. Se acepta la

hipótesis nula ya que en el cuadro 14 se evidencia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual no se procede a realizar prueba de medias, presentando resultados similares en todos los tratamientos, evidenciando que la utilización del polímero no aumenta significativamente en el número de vainas por planta.

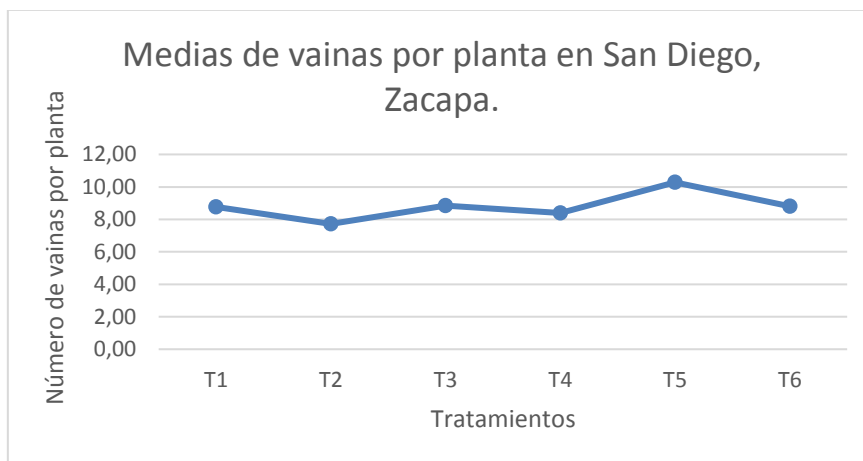


Figura 5. Medias de la variable vainas por planta, municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

e) Número de granos por vaina

Esta variable se midió el día de la cosecha mediante la obtención aleatoria de seis vainas de las plantas cosechadas en parcela neta, estas fueron abiertas para determinar la totalidad de granos obtenidas en ellas, después de eso se calculó el promedio de granos por vaina. En el cuadro 12 se presenta el ANDEVA realizado sobre los resultados de los tratamientos en este ensayo.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable granos por vaina de los tratamientos municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. de vainas/planta	30	0,44	0,19	29,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	102,89	9	11,43	1,73	0,1466
bloque	85,29	4	21,32	3,23	0,0337
forma de aplicación	3,89	1	3,89	0,59	0,4517
dosis de hidrogel	0,89	2	0,44	0,07	0,9351
forma de aplicación*dosis ..	12,82	2	6,41	0,97	0,3956
Error	131,99	20	6,60		
Total	234,88	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 29.19, lo que implica una alta variabilidad en los resultados de los tratamientos en función de los datos analizados. Se rechaza la hipótesis nula ya que en el cuadro 15 se establece que no existe diferencia significativa en los factores que comprenden los tratamientos, por lo cual no se procede a realizar prueba de medias, a raíz de esto se deduce que la adición del polímero no propicia el aumento de la cantidad de granos por planta y resultado en un gasto innecesario, dado que esta variable es un factor de la producción.

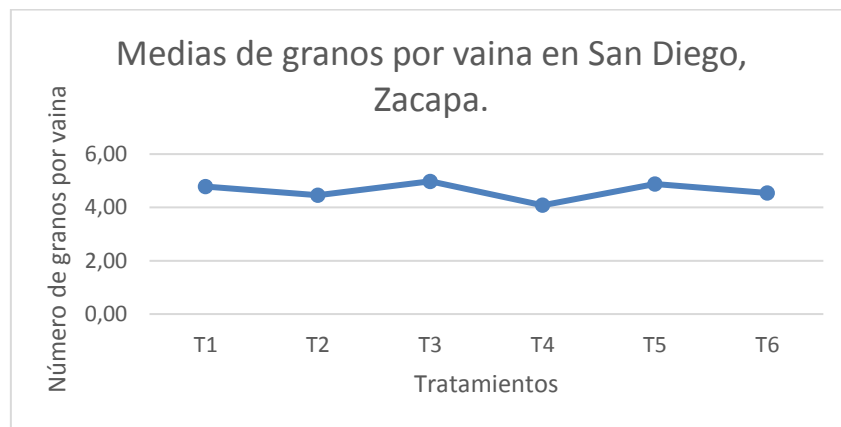


Figura 6. Medias de la variable granos por vaina, municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

#### f) Rendimiento en kilogramos por hectárea

La determinación del rendimiento en kilogramos por hectárea se realizó mediante la utilización de la fórmula de materia seca de las semillas, un ajuste del peso en relación a la humedad del grano y una conversión de peso de grano de gramos por parcela neta a kilogramos por hectárea.

Cuadro 16. Análisis de varianza de los tratamientos para la variable rendimiento municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (kg/Ha)	30	0,62	0,44	20,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2285110,67	9	253901,19	3,56	0,0086
bloque	1660841,28	4	415210,32	5,82	0,0028
forma de aplicación	204063,77	1	204063,77	2,86	0,1062
dosis de hidrogel	340005,69	2	170002,85	2,38	0,1178
forma de aplicación*dosis ..	80199,93	2	40099,97	0,56	0,5785
Error	1425787,21	20	71289,36		
Total	3710897,88	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 20.66, lo que implica una mediana variabilidad en los resultados de los tratamientos. Se determinó que no existe diferencia significativa entre los datos analizados, por lo cual no se procede a realizar prueba de medias. El hidrogel posee la cualidad agrícola de retener grandes cantidades de agua y liberarla paulatinamente, sin embargo el periodo de sequía prolongado durante el cultivo presento un escenario contraproducente ya que este polímero tiende a su hidratación obteniendo el agua del suelo aledaño a las raíces e incluso de la planta misma desfavoreciendo el rendimiento de las plantas de frijol, por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

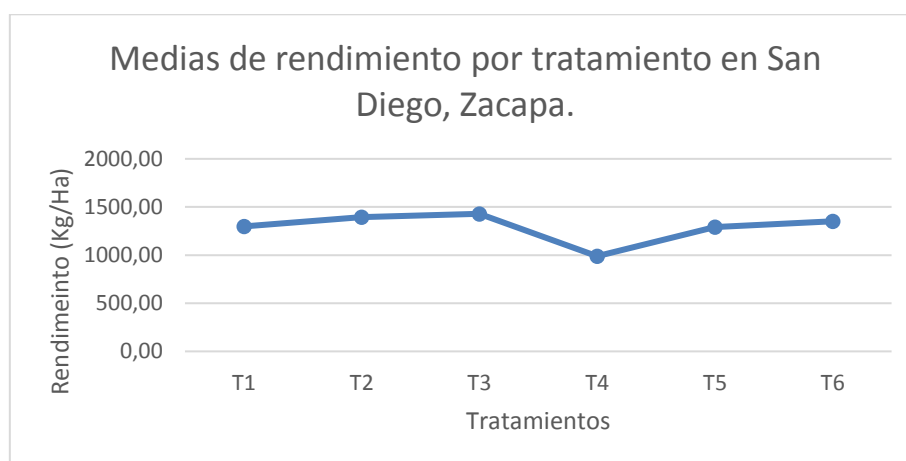


Figura 7. Medias del variable rendimiento en kilogramos por hectárea, municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

## g) Porcentaje de humedad del suelo

La determinación de la humedad del suelo se realizó mediante el método de Nch-1515 en el cual se obtiene una muestra de suelo, esta es pesada a la brevedad, luego es sometida a 115°C durante 24 horas para su deshidratación y vuelta a pesar. La diferencia de peso de la muestra antes y después del horneado es la humedad que esta presentaba, la humedad se expresa en porcentaje relacionándola al peso de la muestra antes del horneado.

Cuadro 17. Análisis de varianza de los tratamientos para la variable porcentaje de humedad del suelo municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% humedad suelo	30	0,39	0,11	27,01

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	395,43	9	43,94	1,40	0,2513
bloque	155,09	4	38,77	1,24	0,3264
forma de aplicación	42,94	1	42,94	1,37	0,2553
dosis de hidrogel	188,29	2	94,14	3,01	0,0721
forma de aplicación*dosis ..	9,11	2	4,56	0,15	0,8654
Error	626,04	20	31,30		
Total	1021,47	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 27.01, lo que expresa una mediana variabilidad en los datos analizados, en el análisis anterior se identificó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual no se procede a realizar prueba de medias y se acepta la hipótesis nula. Este polímero que posee la cualidad de retención de agua fue incorporado en un área específica del terreno (en la postura o a 5 centímetros de ella), dado que las muestras de suelo fueron obtenidas del centro de la parcela neta, el incremento en la capacidad de retención de humedad varía según la cercanía que tiene el suelo al hidrogel incorporado.

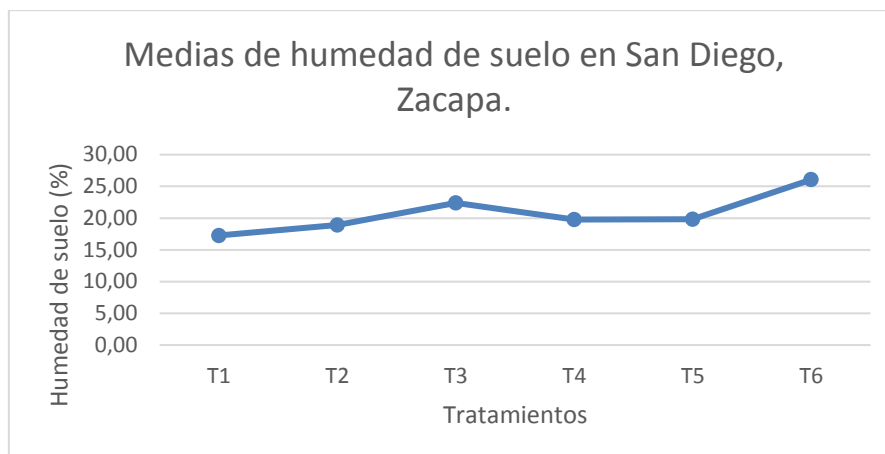


Figura 8. Medias de la variable porcentaje de humedad del suelo, municipio de San Diego, Zacapa, 2016.

### 6.1.2 Localidad de San Juan Ermita

La interpretación de los datos obtenidos en el ensayo establecido en la aldea Minas Abajo, municipio de San Juan Ermita, Zacapa durante el año 2016 son presentados a continuación.

#### a) Porcentaje de germinación

Se realizó el análisis de varianza para esta variable, en la localidad de San Juan Ermita, para determinar si existe un tratamiento que presente resultados diferenciados con respecto a los demás, para ello se realizó un análisis de varianza sobre los datos de este ensayo.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de los tratamientos municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% de germinacion	30	0,45	0,20	8,19

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	786,87	9	87,43	1,81	0,1282
bloque	556,76	4	139,19	2,89	0,0488
forma de aplicación	12,68	1	12,68	0,26	0,6137
dosis de hidrogel	141,66	2	70,83	1,47	0,2539
forma de aplicación*dosis ..	75,78	2	37,89	0,79	0,4692
Error	964,08	20	48,20		
Total	1750,95	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 8.19, esto se interpreta como un adecuado manejo del experimento y poca variabilidad en los resultados de los tratamientos, no existen diferencias significativas y por ello se acepta la hipótesis nula. A continuación se presentan las medias de los tratamientos, en el cual se observa que ambos tratamientos que presentaban cero gramos presentaron mejores resultados, esto podría deberse a que en esta localidad se presentaron muy pocas lluvias previas a la siembra y el suelo circundante al poliacrilato absorbió parte de la humedad retenida por el polímero.

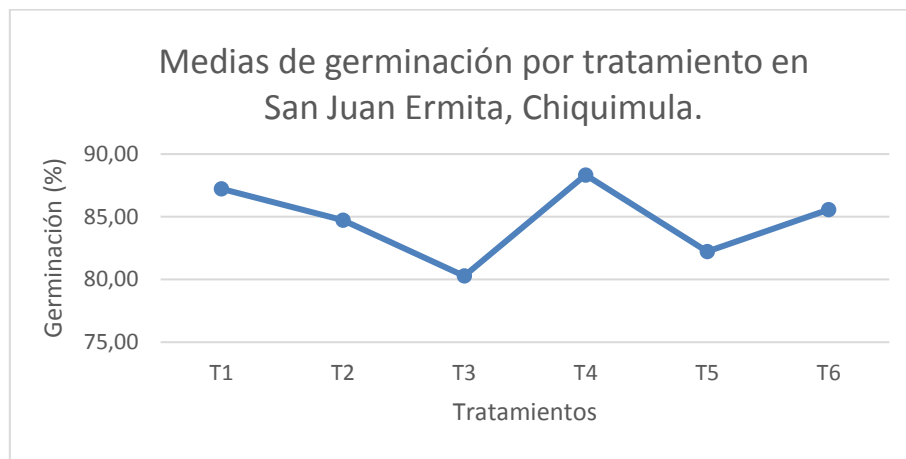


Figura 9. Medias de la variable porcentaje de germinación, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

#### b) Porcentaje de floración

El análisis de los resultados de este ensayo se realizó mediante un ANDEVA, para determinar si existió un tratamiento que presentara diferencia significativa sobre los demás tratamientos, los resultados de este análisis se presenta en el cuadro 19.

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable porcentaje de floración de los tratamientos municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% de floracion	30	0,62	0,44	2,12

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	134,35	9	14,93	3,57	0,0086
bloque	85,50	4	21,38	5,11	0,0053
forma de aplicación	15,15	1	15,15	3,62	0,0716
dosis de hidrogel	30,38	2	15,19	3,63	0,0453
forma de aplicación*dosis ..	3,32	2	1,66	0,40	0,6779
Error	83,73	20	4,19		
Total	218,08	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 2.12, lo que implica baja variabilidad en los tratamientos en función de los datos analizados. En el análisis anterior se determinó que existe diferencia significativa para el factor dosis de hidrogel, por lo cual se procede a realizar la prueba LSD Fisher al 5%.

Cuadro 20. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre el factor dosis de hidrogel para variable floración municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.90876**

**Error: 4.1866 gl: 20**

dosis de hidrogel	Medias	n	E.E.	
2	98,02	10	0,65	A
1	95,90	10	0,65	B
0	95,88	10	0,65	B

En el cuadro 20 se aprecia que existe diferencia significativa en el factor dosis de hidrogel, siendo 2 gramos la dosis que presento la media superior con un 98.02% sobre la variable floración, por lo que se rechaza la hipótesis nula. El resultado obtenido indica que el polímero favorece a la floración como efecto de la humedad que este almacena en el área circundante al área radicular.



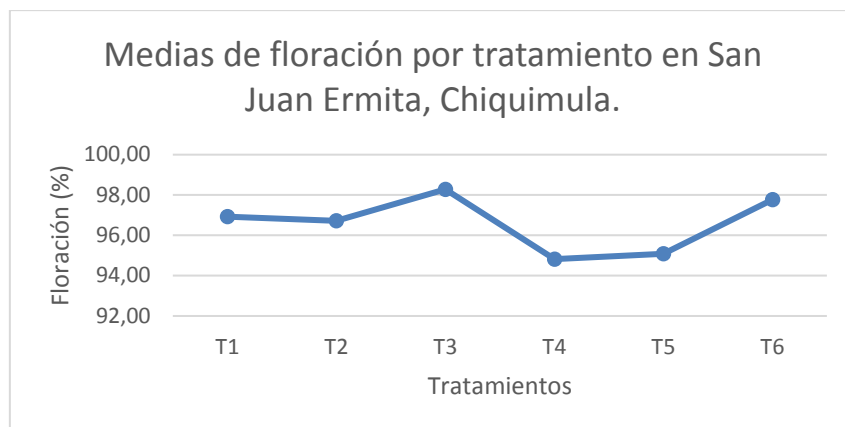


Figura 10. Medias de la variable porcentaje de floración, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

c) Altura de planta en centímetros

Con el objeto de estimar la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, se realizó un análisis de varianza para esta variable.

Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable altura de planta en centímetros de los tratamientos municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
altura de planta (cm)	30	0,68	0,53	15,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3662,60	9	406,96	4,64	0,0021
bloque	3271,13	4	817,78	9,33	0,0002
forma de aplicación	83,33	1	83,33	0,95	0,3412
dosis de hidrogel	92,07	2	46,03	0,53	0,5994
forma de aplicación*dosis ..	216,07	2	108,03	1,23	0,3127
Error	1752,87	20	87,64		
Total	5415,47	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 15.64, lo que implica una mediana variabilidad en los resultados de los tratamientos. Mediante el análisis de varianza en el cuadro 21 se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, esto pudo deberse a que durante el ciclo del cultivo se presentaron únicamente dos precipitaciones efímeras, lo que propicio a la competencia de la planta contra el polímero, tal como lo postulado por Villeda en 2016. Se acepta la hipótesis nula, debido a la inexistencia de diferencia significativa entre los resultados.

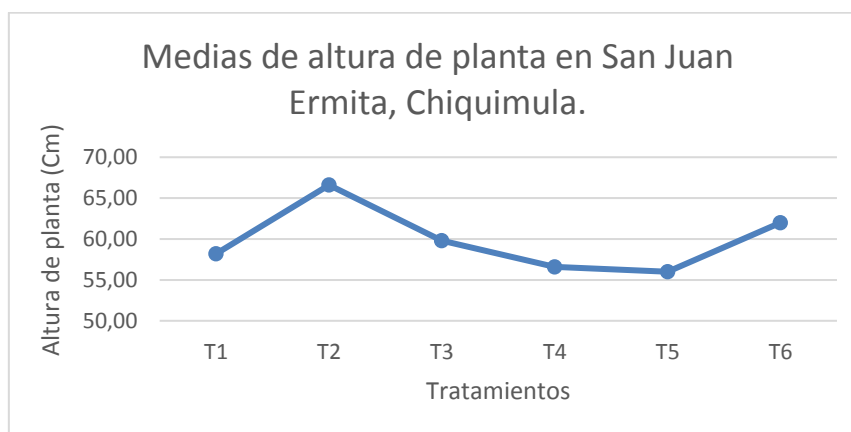


Figura 11. Medias de la variable altura de planta en centímetros, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

d) Número de vainas por planta

Se realizó un análisis de varianza sobre los datos obtenidos para esta variable en la localidad de San Juan Ermita, el análisis se presenta en el cuadro 22.

Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. de vainas/planta	30	0,64	0,47	25,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	198,13	9	22,01	3,90	0,0054
bloque	173,08	4	43,27	7,66	0,0007
forma de aplicación	2,88	1	2,88	0,51	0,4833
dosis de hidrogel	5,77	2	2,88	0,51	0,6079
forma de aplicación*dosis ..	16,41	2	8,20	1,45	0,2578
Error	112,99	20	5,65		
Total	311,13	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 25.81, lo que indica una alta variabilidad en los tratamientos en función de los datos analizados. No existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual no se procede a realizar prueba de medias y se acepta por defecto la hipótesis nula.

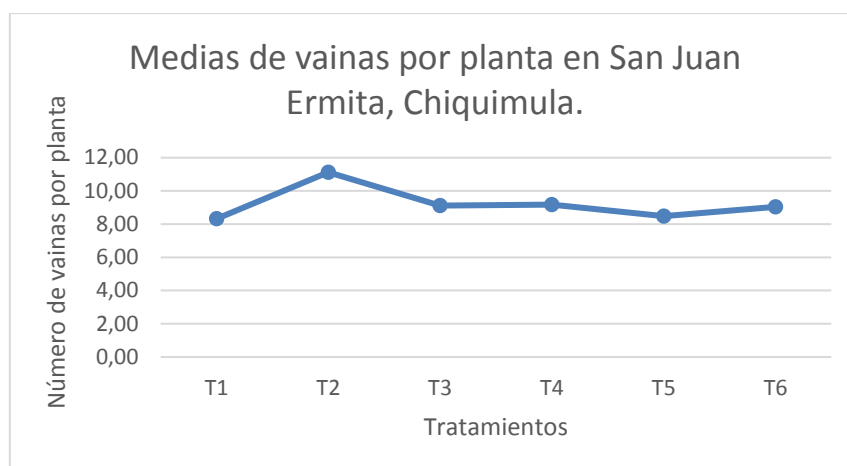


Figura 12. Medias de la variable vainas por planta, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

e) Número de granos por vaina

Para evaluar los datos correspondientes a la variable número de granos por vaina se realizó un ANDEVA, los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 23. Análisis de varianza para la variable granos por vaina de los tratamientos municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. Granos/vaina	30	0,20	0,00	9,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,26	9	0,14	0,56	0,8111
bloque	0,54	4	0,14	0,55	0,7038
forma de aplicación	0,32	1	0,32	1,29	0,2689
dosis de hidrogel	0,03	2	0,01	0,06	0,9439
forma de aplicación*dosis ..	0,36	2	0,18	0,74	0,4916
Error	4,95	20	0,25		
Total	6,21	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 9.95, lo que indica un adecuado manejo del experimento y una mediana variabilidad en los resultados de los tratamientos en función de los datos analizados. En el cuadro 23 se evidencia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual no se procede a realizar prueba de medias y se acepta la hipótesis nula. La adición de hidrogel no presenta un alza en el número de vainas por planta y presenta incluso un efecto contrario al esperado como

se muestra en la figura siguientes, esto puede deberse a la capacidad de este producto de obtener agua de las plantas que están en contacto con el bajo condiciones de deshidratación.

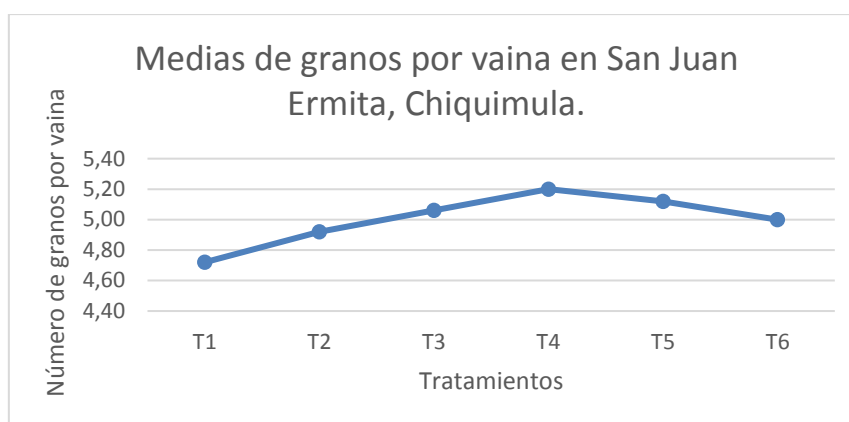


Figura 13. Medias de la variable granos por vaina, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

#### f) Rendimiento en kilogramos por hectárea

El análisis de los datos obtenidos mediante el ajuste del rendimiento por parcela neta a kilogramos por hectárea se realizó mediante un análisis de varianza con un nivel de confiabilidad del 95%, a continuación se presenta el ANDEVA.

Cuadro 24. Análisis de varianza de los tratamientos para la variable rendimiento municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (kg/Ha)	30	0,74	0,63	24,50

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3292595,22	9	365843,91	6,43	0,0003
bloque	2952625,86	4	738156,47	12,97	<0,0001
forma de aplicación	123838,02	1	123838,02	2,18	0,1557
dosis de hidrogel	72625,09	2	36312,55	0,64	0,5387
forma de aplicación*dosis ..	143506,24	2	71753,12	1,26	0,3049
Error	1137950,89	20	56897,54		
Total	4430546,11	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 24.66, lo que implica una alta variabilidad en los resultados en función de los datos analizados. En el cuadro 24 se

evidencia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual no se procede a realizar una prueba de medias, sin embargo también se expresa que los rendimientos fueron influenciados por la adición de hidrogel presentado una media superior respecto a la no aplicación de este, sin embargo esta alza no fue significativa para rechazar la hipótesis nula.

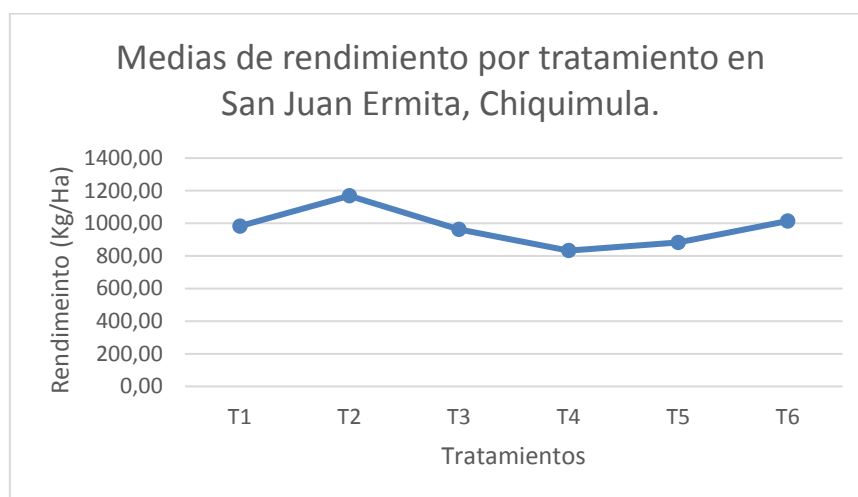


Figura 14. Medias de la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

#### g) Porcentaje de humedad del suelo

Este análisis fue realizado con dificultad ya que el terreno en que se estableció el ensayo presentaba una profundidad efectiva de aproximadamente 10 centímetros y una alta pedregosidad, el análisis de los datos obtenidos se presenta a continuación.

Cuadro 25. Análisis de varianza de los tratamientos para la variable porcentaje de humedad del suelo municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% humedad suelo	30	0,53	0,31	15,78

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,48	9	0,61	2,47	0,0442
bloque	4,58	4	1,15	4,65	0,0081
forma de aplicación	2,1E-03	1	2,1E-03	0,01	0,9276
dosis de hidrogel	0,88	2	0,44	1,79	0,1925
forma de aplicación*dosis ..	0,01	2	0,01	0,02	0,9769
Error	4,93	20	0,25		
Total	10,40	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 15.78, lo que implica una mediana variabilidad en los resultados de los tratamientos. En este caso no se presentó diferencia significativa entre los datos analizados, por lo cual se acepta la hipótesis nula y no se procede a realizar prueba de medias, las medias de esta variable están considerablemente por debajo del punto de marchitez permanente de cualquier suelo sin presentarse el estado fisiológico de punto de marchitez permanente en las plantas, por lo que se interpreta como la obtención de material edáfico de la superficie no pudiendo obtener material del suelo explorado por las raíces por la presencia de piedras y escasa profundidad, sin embargo en la figura siguiente se observa una tendencia al descenso de la humedad por la adición del polímero.

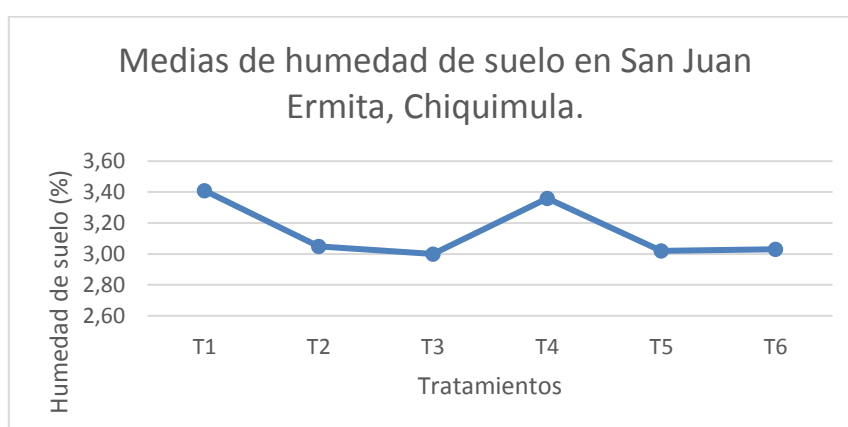


Figura 15. Medias de la variable porcentaje de humedad del suelo, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

### 6.1.3 Localidad de Ipala

En el ensayo establecido en la aldea El Amatillo, Municipio de Ipala, Chiquimula durante 2016 se obtuvieron los siguientes resultados.

#### a) Porcentaje de germinación

Para determinar el efecto dos formas de aplicación y tres dosis de hidrogel en se realizó un análisis de varianza sobre los datos obtenidos en este ensayo con el fin de determinar si existió un tratamiento que presentara un alza significativa sobre la variable germinación.

Cuadro 26. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de los tratamientos municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% de germinacion	30	0,70	0,57	2,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	203,21	9	22,58	5,28	0,0010
bloque	108,95	4	27,24	6,36	0,0018
forma de aplicación	3,23	1	3,23	0,75	0,3955
dosis de hidrogel (gr)	89,38	2	44,69	10,44	0,0008
forma de aplicación*dosis ..	1,65	2	0,83	0,19	0,8258
Error	85,60	20	4,28		
Total	288,80	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 2.28, lo que indica un adecuado manejo del experimento y una baja variabilidad en los datos analizados. Se identificó mediante el ANDEVA realizado que existe diferencia significativa entre los tratamientos, para el factor dosis de hidrogel, por lo cual se procede a realizar la prueba LSD Fisher al 5%.

Cuadro 27. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre el factor dosis de hidrogel para variable germinación de municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.92989

Error: 4.2798 gl: 20

dosis de hidrogel (gr)	Medias	n	E.E.	
2	92,14	10	0,65	A
1	92,14	10	0,65	A
0	88,48	10	0,65	B

En el cuadro 27 se presenta la dosis de dos y un gramo como los mejores resultados con una media de 92.14% sobre la variable porcentaje de germinación, independientemente de la forma de aplicación, en la localidad de Ipala el hidrogel favoreció al incremento del poder germinativo de las semillas por la adición de humedad proporcionada, ya que al segundo día después de la siembra se presentó una precipitación además de poseer topografía plana y profundidad efectiva mayor a 25 centímetros, por lo que esto puede conllevar un efecto positivo para la evaluación. Se rechaza la hipótesis nula ya que los tratamientos con dosis de dos gramos por postura presentaron mejores resultados.



Figura 16. Medias de la variable porcentaje de germinación, municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

#### b) Porcentaje de floración

Mediante el análisis de varianza realizado a los datos obtenidos para esta variable en la localidad de Ipala, se determinó el efecto de las formas de aplicación y las dosis evaluadas, a continuación se presenta dicho análisis.

Cuadro 28. Análisis de varianza para la variable porcentaje de floración de los tratamientos municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% de floracion	30	0,87	0,81	3,53

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	997,13	9	110,79	14,94	<0,0001
bloque	422,47	4	105,62	14,24	<0,0001
forma de aplicación	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
dosis de hidrogel (gr)	567,47	2	283,73	38,26	<0,0001
forma de aplicación*dosis ..	7,20	2	3,60	0,49	0,6225
Error	148,33	20	7,42		
Total	1145,47	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 3.53, esto implica un adecuado desarrollo de la evaluación y poca variabilidad en los tratamientos analizados. Se determinó la existencia de diferencia significativa para el factor dosis de hidrogel, por lo cual se procede a realizar la prueba LSD Fisher al 5%.



Cuadro 29. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre el factor dosis de hidrogel para variable floración municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.54054  
 Error: 7.4167 gl: 20

dosis de hidrogel (gr)	Medias	n	E.E.	
2	80,60	10	0,86	A
1	79,80	10	0,86	A
0	71,00	10	0,86	B

En el cuadro 29 se determinó que la dosis de 2 y 1 gramo por postura presentaron los mejores resultados con una media de 80.60% y 79.80% respectivamente sobre la variable porcentaje de floración, independientemente de la forma de aplicación, debido a esto se rechaza la hipótesis nula ya que los tratamientos con dosis de dos y un gramos presentaron mejores resultados. La adición de hidrogel presento un incremento en el porcentaje de germinación debido a la presencia de humedad en el área radicular de la planta durante el inicio del periodo productivo ya que se presentó una precipitación el día 35 después de la siembra.

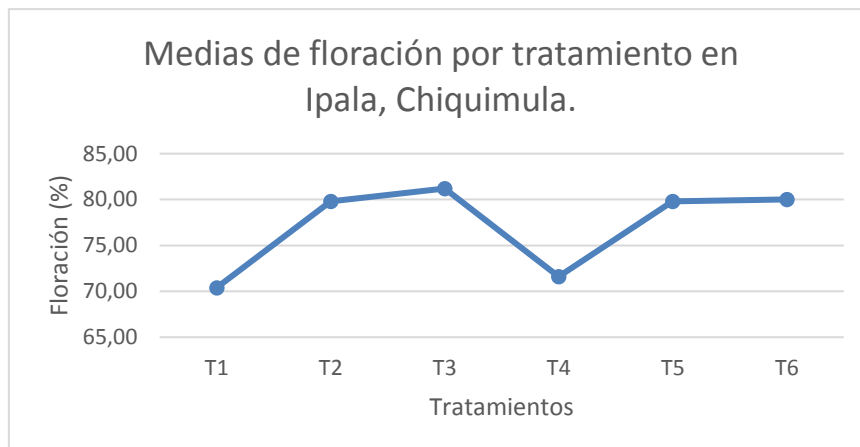


Figura 17. Medias de la variable porcentaje de floración, municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

### c) Altura de planta en centímetros

Esta variable fue analizada para determinar el efecto de las formas de aplicación y dosis del polímero poliacrilato de potasio, a continuación se presenta el análisis mencionado.

Cuadro 30. Análisis de varianza para la variable altura de planta en centímetros de los tratamientos municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
altura de planta (cm)	30	0,91	0,87	3,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1885,69	9	209,52	23,18	<0,0001
bloque	1021,34	4	255,34	28,25	<0,0001
forma de aplicación	42,25	1	42,25	4,67	0,0429
dosis de hidrogel (gr)	811,23	2	405,62	44,87	<0,0001
forma de aplicación*dosis ..	10,87	2	5,43	0,60	0,5578
Error	180,79	20	9,04		
Total	2066,47	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 3.72, Esto incide baja variabilidad en los tratamientos en función de los datos analizados y un manejo adecuado del experimento. Se determinó mediante el análisis presentado en el cuadro 30 la existencia de diferencia significativa para el factor dosis de hidrogel y en el factor forma de aplicación, por lo cual se procede a realizar la prueba LSD Fisher al 5%.

Cuadro 31. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre el factor formas de aplicación para variable altura de planta en centímetros, municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.29005

Error: 9.0393 gl: 20

forma de aplicación	Medias	n	E.E.	
A	82,04	15	0,78	A
B	79,67	15	0,78	B

En el cuadro 31 se determinó que la forma de aplicación "A" (en la postura) presento el mejores resultados con una media de 82.04 centímetros sobre la variable altura en centímetros, deduciéndose así que en terrenos favorecidos la adición de hidrogel directamente en la postura presenta mejores resultados debido al desarrollo considerable de las raíces en el surco.

Cuadro 32. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre el factor dosis de hidrogel para variable altura de planta en centímetros, municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.80472  
 Error: 9.0393 gl: 20

dosis de hidrogel (gr)	Medias	n	E.E.	
2	85,70	10	0,95	A
1	83,22	10	0,95	A
0	73,64	10	0,95	B

En el cuadro 32 se identificó que la dosis de 2 y 1 gramo por postura presentaron los mejores resultados con una media de 85.70% y 83.22% respectivamente sobre la variable altura en centímetros, basados en los resultados obtenidos en el análisis de varianza y al comportamiento de medias presentado a continuación se afirma que en terrenos con topografía plana y profundidad efectiva mayor a 25 centímetros la adición de hidrogel favorece el incremento de la altura de las plantas de frijol variedad Vaina Morada. Por tal motivo se rechaza la hipótesis nula ya que los tratamientos con uno y dos gramos presentaron mejores resultados.

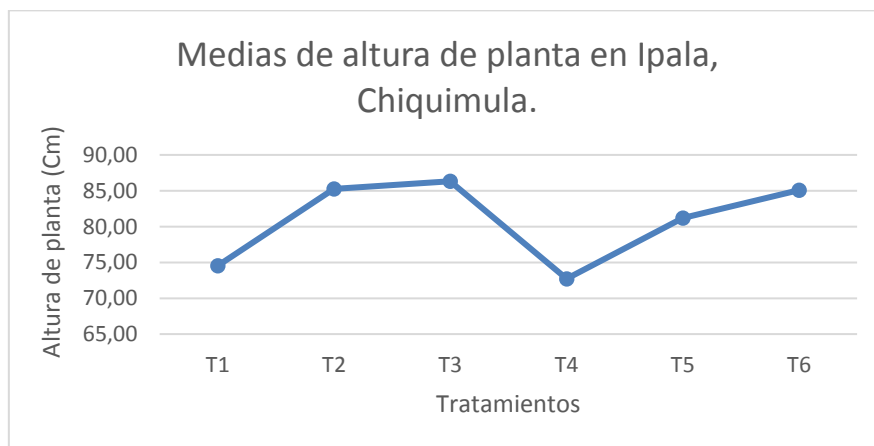


Figura 18. Medias de la variable altura de planta en centímetros, municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

#### d) Número de vainas por planta

Para evaluar los datos correspondientes a la variable número de vainas por planta se efectuó un análisis de varianza con una variabilidad máxima permitida del 95% en los resultados de dicho análisis, los resultados del análisis se presentan a continuación.

Cuadro 33. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta, municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. de vainas/planta	30	0,84	0,76	6,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	32,92	9	3,66	11,41	<0,0001
bloque	8,51	4	2,13	6,64	0,0014
forma de aplicación	1,12	1	1,12	3,50	0,0762
dosis de hidrogel (gr)	22,21	2	11,11	34,63	<0,0001
forma de aplicación*dosis ..	1,07	2	0,54	1,68	0,2124
Error	6,41	20	0,32		
Total	39,33	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 6.78, implicando baja variabilidad en los datos analizados y evidenciándose la existencia de diferencia altamente significativa para el factor dosis de hidrogel por lo que se procede a realizar prueba de medias.

Cuadro 34. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre el factor dosis de hidrogel para variable vainas por planta municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.52826

Error: 0.3207 gl: 20

dosis de hidrogel (gr)	Medias	n	E.E.	
2	9,04	10	0,18	A
1	8,88	10	0,18	A
0	7,14	10	0,18	B

En el cuadro 34 se determinó que existe diferencia significativa en el factor dosis de hidrogel, las dosis que presentaron los mejores resultados fueron el de 2 y 1 gramos por postura con medias de 9.04 y 8.88 vainas por planta, esto presenta un resultado atractivo ante los ojos de los productores ya que se obtiene un número mayor de vainas productivas como consecuencia de la adición de hidrogel, esto puede deberse a la reserva de agua presentada en el polímero que fue aprovechada por la planta durante el inicio de la etapa productiva de esta.

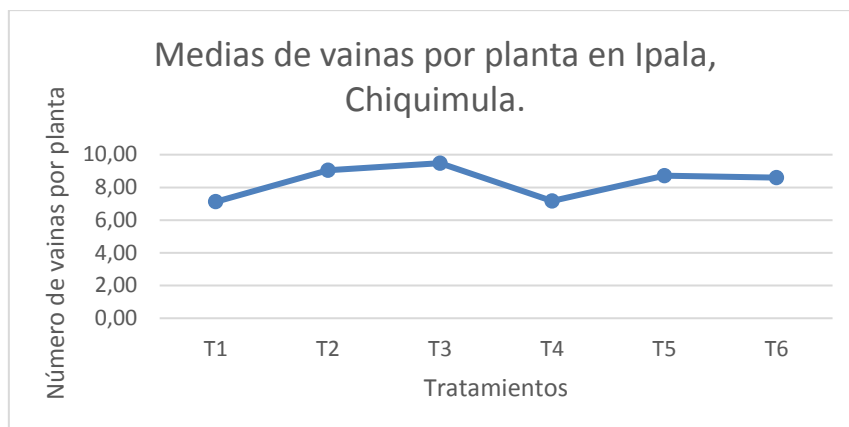


Figura 19. Medias de la variable vainas por planta, municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

e) Número de granos por vaina

En el cuadro 35 se presenta el análisis de varianza sobre esta variable para identificar si existió un tratamiento con un alza significativa sobre el número de granos por vaina, por causa de la adición de hidrogel.

Cuadro 35. Análisis de varianza para la variable granos por vaina de los tratamientos municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. Granos/vaina	30	0,79	0,70	6,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,93	9	0,88	8,39	<0,0001
bloque	2,48	4	0,62	5,89	0,0027
forma de aplicación	0,53	1	0,53	5,07	0,0357
dosis de hidrogel (gr)	4,69	2	2,34	22,31	<0,0001
forma de aplicación*dosis ..	0,23	2	0,12	1,11	0,3500
Error	2,10	20	0,11		
Total	10,03	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 6.13, Esto demuestra la adecuada ejecución del experimento y la baja variabilidad en los resultados de los tratamientos. A raíz de este análisis se presenta diferencia significativa en ambos factores de la evaluación, por lo cual se procede a realizar prueba de medias.

Cuadro 36. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre el factor formas de aplicación para variable granos por vaina municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.24693  
 Error: 0.1051 gl: 20

forma de aplicación	Medias	n	E.E.	
A	5,42	15	0,08	A
B	5,15	15	0,08	B

En el cuadro 36 se identifica una diferencia significativa en el factor formas de aplicación presentándose a la forma “A” (en la postura) como la mejor, obteniendo una media de 5.42 granos por vaina, concluyendo que terreno con soltura en el suelo, topografía plana poca pedregosidad la forma de aplicación ideal es la adición de hidrogel directamente en la postura, ya que las raíces pueden explorar un amplio volumen de sustrato. Se rechaza la hipótesis nula.

Cuadro 37. Prueba de medias LSD Fisher al 5% sobre el dosis de hidrogel para variable granos por vaina municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.30243  
 Error: 0.1051 gl: 20

dosis de hidrogel (gr)	Medias	n	E.E.	
2	5,61	10	0,10	A
1	5,52	10	0,10	A
0	4,73	10	0,10	B

En el cuadro 37 se determinó que existe diferencia significativa en el factor dosis de hidrogel, las dosis que presentaron mejores resultados fueron el de 2 y 1 gramos por postura con una media de 5.61 y 5.52 granos por vaina respectivamente, esto puede deberse a que el hidrogel proporcione la humedad necesaria para el desarrollo de los granos dentro de las vainas durante la etapa productiva de las plantas. Debido al descubrimiento de esta diferencia y la encontrada en la forma de aplicación se rechaza la hipótesis nula ya que los tratamientos con dosis de dos y un gramo presentaron mejor resultado.

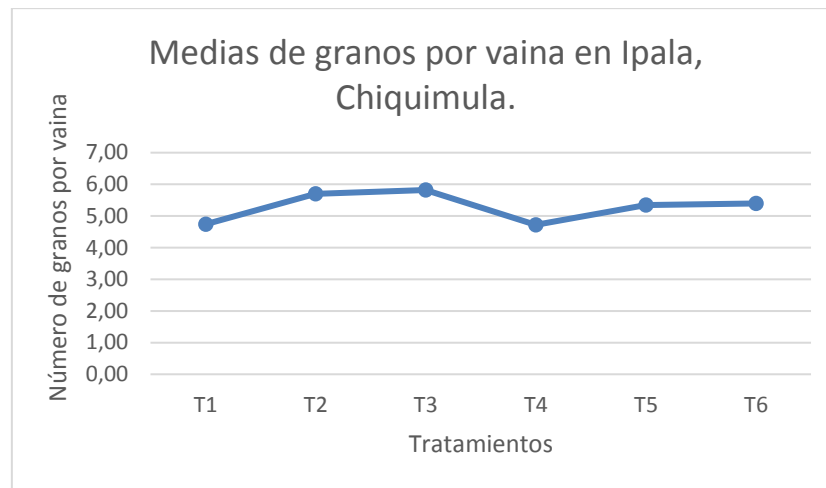


Figura 20. Medias de la variable granos por vaina, municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

f) Rendimiento en kilogramos por hectárea

Para el análisis de los datos obtenidos para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea se efectuó un análisis de varianza con una confiabilidad del 95%, a continuación se presenta dicho análisis.

Cuadro 38. Análisis de varianza de los tratamientos para la variable rendimiento municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (Kg/Ha)	30	0,93	0,90	16,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10794611,16	9	1199401,24	29,04	<0,0001
bloque	10562844,37	4	2640711,09	63,95	<0,0001
forma de aplicación	62141,17	1	62141,17	1,50	0,2342
dosis de hidrogel (gr)	24157,63	2	12078,82	0,29	0,7495
forma de aplicación*dosis ..	145467,99	2	72733,99	1,76	0,1974
Error	825892,19	20	41294,61		
Total	11620503,35	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 16, indicando mediana variabilidad en los datos analizados, En el cuadro 38 se evidencia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual no se procede a realizar prueba de medias. En contraste a esto se puede observar una tendencia en el comportamiento de las medias presentados en la figura siguiente, en la cual el rendimiento es mayor mientras menor sea

la dosis de hidrogel añadida, esto pudiera deberse a que la humedad utilizada por la planta para sobrevivir y mostrar mejorías en su desarrollo morfológico disminuyo su potencial productivo. Por ello se acepta la hipótesis nula.

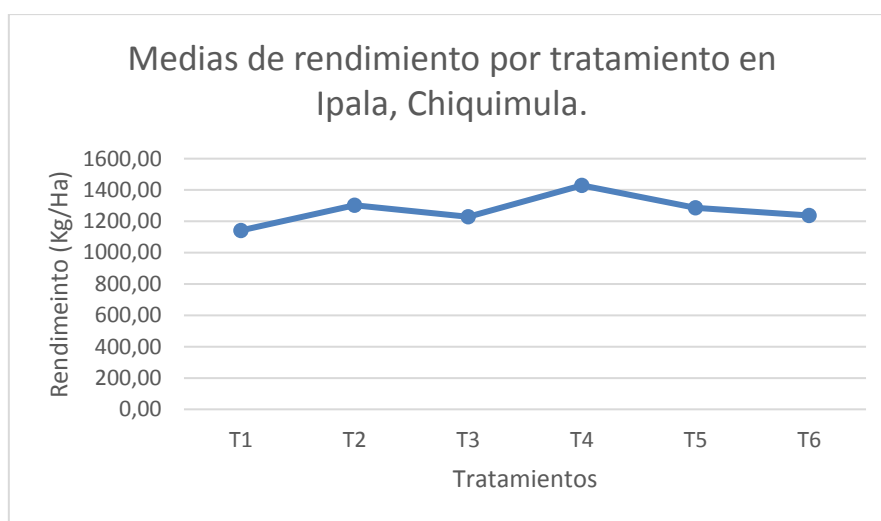


Figura 21. Medias de la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, municipio de Ipala, 2016.

#### g) Porcentaje de humedad del suelo

Para este análisis fueron obtenidas muestras del centro de la parcela neta de cada unidad experimental, luego de obtener el resultado de humedad fueron procesadas mediante un análisis de varianza, el cual se presenta a continuación.

Cuadro 39. Análisis de varianza de los tratamientos para la variable porcentaje de humedad del suelo municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>s</sup>	R <sup>s</sup> Aj	CV
% humedad suelo	30	0,15	0,00	11,25

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,13	9	0,24	0,41	0,9168
bloque	0,26	4	0,07	0,11	0,9766
forma de aplicación	0,11	1	0,11	0,20	0,6628
dosis de hidrogel (gr)	0,72	2	0,36	0,62	0,5470
forma de aplicación*dosis ..	1,03	2	0,52	0,88	0,4284
Error	11,64	20	0,58		
Total	13,77	29			

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue 11.25, lo que implica una mediana variabilidad en los resultados de los tratamientos en función de los datos



analizados, En el cuadro 39 se evidencia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual no se procede a realizar prueba de medias, basados en el comportamiento de medias presentado en la figura se puede establecer que la prueba fue realizada superficialmente, a pesar de ello se observa que la adición de hidrogel propicia la capacidad del suelo para almacenar mayor cantidad de agua. Se acepta la hipótesis nula.

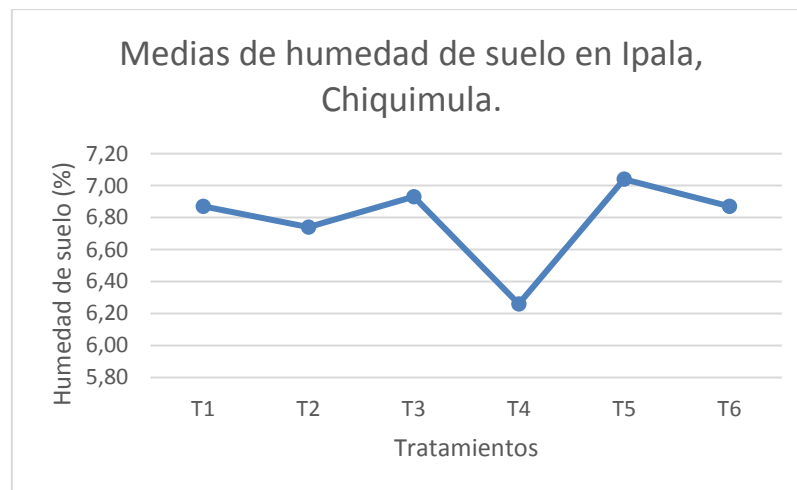


Figura 22. Medias de la variable porcentaje de humedad del suelo de los tratamientos, municipio de Ipala, Chiquimula, 2016.

## 6.2 Análisis combinado de las tres localidades

Para el análisis en conjunto de las localidades se consideró la variable rendimiento en kilogramos por hectárea como la variable principal, esto tuvo la finalidad de determinar los efectos de la aplicación de hidrogel en las tres localidades evaluadas.

El análisis se realizó por medio de modelos lineales generales y mixtos, agregando las localidades como una variable, convirtiéndose en un modelo estadístico trifactorial.

Cuadro 40. Análisis en conjunto de las tres localidades evaluadas para la variable de rendimiento, 2016.

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2 0	R2 1
90	1098.41	1143.95	-529.21	237.68	0.14	0.84

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	60	98.86	<0.0001
localidad	2	12	0.75	0.4934
forma.de.aplicacion	1	60	1.81	0.1832
dosis.de.hidrogel	2	60	1.79	0.1756
localidad:forma.de.aplicac..	2	60	2.55	0.0869
localidad:dosis.de.hidroge..	4	60	1.04	0.3955
forma.de.aplicacion:dosis...	2	60	0.54	0.5842
localidad:forma.de.aplicac..	4	60	1.36	0.2577

Se muestra en el cuadro anterior que no se presentó diferencia alguna entre los factores de forma individual, ni tampoco en las interacciones posibles, esto demuestra que el hidrogel tanto en dosis como en forma de aplicación, no mostró un tratamiento que sobresaliera en las tres localidades, debido a las condiciones edáfoclimáticas climáticas, la planta no pudo beneficiarse de la capacidad absorbente que posee el polímero, presentándose incluso el efecto contrario donde el hidrogel actuó como competencia para la planta. A continuación se muestra una gráfica para comparaciones de medias de rendimientos para la interacción entre localidad y dosis de hidrogel.

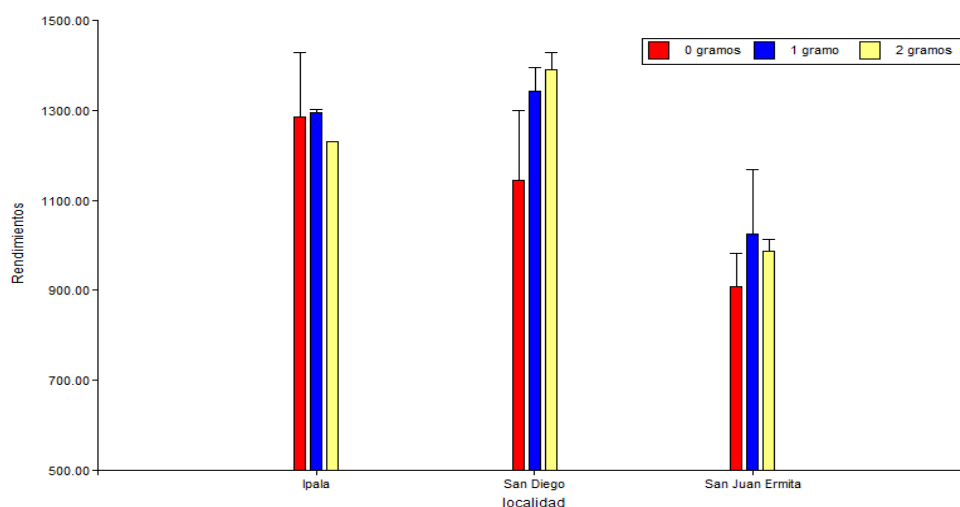


Figura 23. Gráfico del análisis de rendimiento por localidades.

La utilización de hidrogel en el cultivo de frijol no se recomienda bajo las condiciones experimentadas durante la evaluación, a pesar de lo anterior y que no hay diferencia significativa entre los rendimientos, en la gráfica se puede apreciar que los resultados fluctúan respecto a las localidades y a la dosis de hidrogel utilizada. Esta diferencia pudo haber sido causa de las diferencias de sitio que a continuación se muestran.

Cuadro 41. Condiciones edáfoclimáticas registradas en las localidades del experimento.

	San Diego	San Juan Ermita	Ipala
Capacidad de Campo	32,28	25,65	21,42
Punto de marchitez permanente	18,67	14,5	11,84
Topografía	plana	inclinada	plana
Pedregosidad	media	alta	baja
Profundidad efectiva	20	10	25
Precipitación pluvial	44,18	26,6	11,4
Temperatura media Cº	27,89	25,83	25,83
Textura del suelo	F. arcillosa	F. arcillosa	arcillosa

Se aprecia gráficamente que las medias de rendimiento en San Juan Ermita fueron menores a las otras dos localidades, se asume que esto fue por la calidad de sitio combinado con las condiciones de sequía, favoreciendo la competencia del polímero para con la planta, con base en el contraste de las condiciones edáfoclimáticas y el comportamiento de medias podemos concluir que la utilización de poliacrilato de potasio no mostrara resultados esperados respecto a rendimiento si es utilizada en condiciones desfavorecidas, con alta pedregosidad, sombra, terreno inclinado y poca profundidad.

Las medias de Ipala y San Diego se presentaron similares ya que los ensayos fueron establecidos bajo condiciones de sitio favorecidas, al presentar textura arcillosa capaz de retener humedad por mayor tiempo, menor pedregosidad, topografía plana y mayor profundidad efectiva. Cabe resaltar que en San Diego el rendimiento fue ligeramente mayor al de Ipala ya que la precipitación presentada también fue mayor.

Cuadro 42. Rendimiento en kilogramos y quintales por hectárea de la evaluación

	San Diego	San Juan Ermita	Ipala
T 1	1299,26	982,85	1141,81
T 2	1395,74	1168,65	1302,23
T 3	1429,07	962,64	1229,41
T 4	988,82	832,55	1429,52
T 5	1290,68	882,7	1286,08
T 6	1349,72	1013,4	1230,92
Promedio en Kg/Ha	1.292,22	973,80	1.270,00
<b>Promedio en qq/Ha</b>	<b>28,43</b>	<b>21,42</b>	<b>27,94</b>

Como se puede apreciar en el cuadro 36 la localidad de San Diego presento el mayor rendimiento alcanzando los 28 y medio quintales. Siguiendo a este la localidad de Ipala con 28 quintales por hectárea y en menor grado la localidad de San Juan Ermita con 21 y medio quintales.

Cuadro 43. Estimación de la pérdida de frijol presentada en los municipios de San Juan Ermita e Ipala, Chiquimula durante el cultivo de postrera, 2016.

	San Juan Ermita	Ipala
Producción normal (MAGA) qq/Ha	27,29	24
Producción con perdida (MAGA) qq/Ha	6,81	1,61

Fuente: MAGA 2016.

Haciendo una comparación entre los resultados obtenidos se puede hacer mención que en la localidad de San Juan Ermita el rendimiento fue ligeramente menor al presentado en años con precipitación normal y elevándose un 68% sobre el rendimiento contemporáneo experimentado en esa localidad.

En Ipala sin embargo el rendimiento general obtenido en la evaluación supero en 4 quintales al rendimiento normal esperado en Ipala y se alzó un 94% por sobre el rendimiento obtenido por los agricultores durante el periodo de postrera del año 2016, periodo de tiempo en el que se realizó la evaluación del hidrogel.

### 6.3 Análisis financiero

En las localidades evaluadas el frijol es producido por agricultores excedentarios que basan su economía en la producción de este y otros granos, sin embargo los productores se han visto afectados por los periodos prolongados de sequías presentando pérdidas en el cultivo, es por ello que se evaluó el hidrogel como una posible medida de resiliencia ante estos fenómenos climáticos en la búsqueda de soluciones a este problemas.

Mediante el análisis estadístico realizado a los resultados de las tres localidades se determinó que la utilización de hidrogel no presenta un alza significativa en la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, sin embargo se realizó un análisis financiero para concluir en forma íntegra sobre la utilización de este polímero. Para en estudio financiero de los tratamientos se realizó un análisis de dominancia y la determinación de la relación beneficio costo para cada tratamiento.

Se analizaron los costos e ingresos de los tratamientos por hectárea para un ciclo de cultivo. El precio de venta del quintal de grano de frijol Vaina Morada se estipuló en Q.400.00, precio por jornal Q.81.87 y precio de compra de poliacrilato de potasio Q.200.00 por kilogramo.

#### a) Localidad de San Diego

A continuación se presenta el análisis financiero de los tratamientos evaluados en San Diego, Zacapa, mediante el indicador relación beneficio costo. El costo de producción de los tratamientos evaluados en esta localidad se encuentra en el anexo 15.

Cuadro 44. Relación beneficio costo de los tratamiento en San Diego, 2016.

<b>Tratamiento</b>	<b>Forma de aplicación</b>	<b>Dosis de hidrogel (gr/postura)</b>	<b>Relación B/C</b>
Testigo	no aplicar	0	1,41
T2	En la postura	1	0,51
T5	A 5 centímetros	1	0,47
T3	En la postura	2	0,31
T6	A 5 centímetros	2	0,29

Se determinó que el testigo presento el índice B/C mayor con un 1.41, indicando que se recuperó la inversión y se obtuvo una utilidad de 41 centavos por cada quetzal invertido. Seguido a este se encuentran los tratamientos 2, 5, 3 y 6 con un índice por debajo de 1, lo cual indica una utilidad negativa.

Cuadro 45. Análisis de dominancia de los tratamiento en San Diego, 2016.

Tratamiento	Dosis de hidrogel (g/P)	Rendimiento (Kg/Ha)	Costos (Q./Ha)	Beneficio (Q./Ha)	
Testigo	0	1.144,04	409,35	3.069,99	
T2	1	1.395,74	17.258,02	-11.563,72	D
T5	1	1.290,68	17.258,02	-12.488,25	D
T3	2	1.429,07	34.106,69	-28.119,08	D
T6	2	1.349,72	34.106,69	-28.817,36	D

El análisis de dominancia ha eliminado a todos los tratamientos en los que se utiliza hidrogel, debido a que los beneficios netos que estos representan son negativos, se recomienda en un todo al testigo (promedio de los tratamientos 1 y 4) ya que muestra el mejor resultado, presentándose dominante sobre el resto de los tratamientos los cuales generaron una utilidad negativa y fueron dominados ya que los costos aumentaron y los beneficios decrecieron.

#### b) Localidad de San Juan Ermita

A continuación se presenta el análisis financiero de los tratamientos evaluados en San Juan Ermita, Chiquimula, mediante el indicador relación beneficio costo. El costo de producción de los tratamientos evaluados en esta localidad se encuentra en el anexo 16.

Cuadro 46. Relación beneficio costo de los tratamiento en San Juan Ermita, 2016.

Tratamiento	Forma de aplicación	Dosis de hidrogel (gr/postura)	Relación B/C
Testigo	no aplicar	0	1,12
T2	En la postura	1	0,43
T5	A 5 centímetros	1	0,32
T3	En la postura	2	0,21

T6	A 5 centímetros	2	0,22
----	-----------------	---	------

Se determinó que el testigo presento el índice B/C mayor con un 1.12, indicando que se recuperó la inversión y se obtuvo una utilidad de 12 centavos por cada quetzal invertido. La relación beneficio costo del testigo en San Juan Ermita se presentó más bajo que en las otras localidades, ya que el rendimiento se vio seriamente afectado debido a las condiciones climáticas que se presentaron, sumado a la alta pedregosidad, pendiente y sombra.

Consecuentes al testigo se encuentran los tratamientos 2, 5, 3 y 6 con un índice por debajo de 1, lo cual indica una utilidad negativa.

Cuadro 47. Análisis de dominancia de los tratamiento en San Juan Ermita, 2016.

Tratamiento	Dosis de hidrogel (g/P)	Rendimiento (Kg/Ha)	Costos variables actualizados (Q./Ha)	Beneficio neto actualizado (Q./Ha)	
Testigo	0	907,70	409,35	990,20	
T2	1	1.168,65	17.258,02	-13.562,11	D
T5	1	882,70	17.258,02	-16.078,47	D
T6	2	1.013,40	34.106,69	-31.776,98	D
T3	2	962,64	34.106,69	-32.223,67	D

El análisis de dominancia muestra que todos los tratamientos en los que se utiliza hidrogel generaron una utilidad negativa. La utilización de estos tratamientos aumenta los costos y disminuyen los beneficios por lo que son dominados por el testigo, presentándose este como dominante sobre el resto de los tratamientos.

### c) Localidad de Ipala

A continuación se presenta el análisis financiero de los tratamientos evaluados en Ipala, Chiquimula, mediante el indicador relación beneficio costo.

El costo de producción de los tratamientos evaluados en esta localidad se encuentra en el anexo 17.

Cuadro 48. Relación beneficio costo de los tratamiento en Ipala, 2016.

<b>Tratamiento</b>	<b>forma de aplicación</b>	<b>Dosis de hidrogel (gr/postura)</b>	<b>Relación B/C</b>
Testigo	no aplicar	0	1,58
T2	En la postura	1	0,48
T5	A 5 centímetros	1	0,47
T3	En la postura	2	0,26
T6	A 5 centímetros	2	0,27

En esta localidad al igual que en las otras se presenta al testigo como el mejor tratamiento, ya que presento el mayor índice B/C con un 1.58, indicando que se recuperó la inversión y se obtuvo una utilidad de 58 centavos por cada quetzal invertido. Esta localidad fue la que presento el mejor rendimiento en el testigo y por consiguiente la mayor relación beneficio costo en comparación a las otras localidades.

Los tratamientos 2, 5, 3 y 6 presentan un índice por debajo de 1 lo que implica una utilidad negativa, por lo que no son atractivas a los ojos de los productores.

Cuadro 49. Análisis de dominancia de los tratamiento en Ipala, 2016.

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis de hidrogel (g/P)</b>	<b>Rendimiento (Kg/Ha)</b>	<b>Costos variables actualizados (Q./Ha)</b>	<b>Beneficio neto actualizado (Q./Ha)</b>	
Testigo	0	1.285,67	409,35	4.316,29	
T2	1	1.302,23	17.258,02	-12.386,61	D
T5	1	1.286,08	17.258,02	-12.528,73	D
T6	2	1.230,92	34.106,69	-29.862,80	D
T3	2	1.229,41	34.106,69	-29.876,09	D

La utilización de hidrogel aumenta los costos y disminuyen los beneficios netos, por ello los tratamientos que lo utilizaron fueron dominados por el testigo, debido a esto se presenta al testigo como dominante sobre el resto de los tratamientos.

El análisis de dominancia muestra que todos los tratamientos en los que se utiliza hidrogel generaron una utilidad negativa. Como se pudo observar en los cuadros anteriores y en los costos de producción anexados el uso de hidrogel presenta un alza considerable en los costos, sin incrementar significativamente el rendimiento. La misma tendencia se presentó en la evaluación de hidrogel en el cultivo de maíz (Villeda, 2016).



## 7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cuadro 50. Cronograma de actividades a desarrollar en la investigación sobre el uso de hidrogel en el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris* L. en tres localidades del corredor seco de Guatemala. 2016.

ACTIVIDAD	Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			
	2016			2016			2016			2016			2016			2017			
Coordinación con los agricultores	X	X																	
Prueba de hidratación de hidrogel			X																
Selección y preparación del terreno			X																
Trazado y etiquetado			X																
Toma de muestras suelos			X								X								
Siembra					X														
Medición porcentaje de germinación						X													
Control de malezas				X			X		X										
Aplicación de insecticida					X	X	X	X	X	X	X	X							
Aplicación de fungicida					X		X		X		X								
Fertilización al suelo							X												
Fertilización foliar								X		X									
Monitoreo					X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Medición porcentaje de floración									X										
Medición de altura de planta											X								
Cosecha															X				
Análisis de datos					X				X		X			X	X	X	X		
Elaboración de informe															X	X	X	X	X

## 8. CONCLUSIONES

- Los tratamientos evaluados presentan diferencias significativas sobre el factor dosis de hidrogel para la variable porcentaje de germinación presentándose a la dosis de cero gramos como la mejor en las localidades de San Diego, Zacapa con una media de 97.50% y la dosis de dos gramos para la localidad de Ipala, Chiquimula con una media de 92.14%.
- Los tratamientos evaluados presentan diferencias significativas sobre el factor dosis de hidrogel para la variable porcentaje de floración determinando que la dosis de dos gramos como la que presentó mejores resultados con media de 88.72% en San Diego, Zacapa, 98.02% en San Juan Ermita y 80.60% en Ipala Chiquimula.
- Se encontró diferencia estadísticamente significativa para la variable altura de planta en centímetros en la localidad de San Diego identificando al tratamiento 6 (dos gramos de hidrogel a 5 centímetros de la postura) como el mejor por presentar una media de 109 centímetros, también se identificaron diferencias en ambos factores en la localidad de Ipala, presentándose a la forma de aplicación “en la postura” como la mejor y a la dosis de dos gramos por postura como la que presenta la media más alta.
- En el análisis de la variable vainas por planta se presentó diferencia significativa sobre el factor dosis de hidrogel, en los resultados de la localidad de Ipala, determinando que la dosis de dos gramos por postura fue la mejor con una media de 9.04 vainas por plantas.
- En el análisis de la variable granos por plantas se presentaron diferencias significativas en ambos factores, en la localidad de Ipala, Chiquimula, con una media de 5.42 granos por vaina para la aplicación en la postura y 5.61 granos para la dosis de dos gramos de hidrogel por postura.
- En la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, de las tres localidades, no se encontró diferencia significativa en los ensayos establecidos. la media superior en la localidad de San Diego, Zacapa fue obtenida por el tratamiento 3 (2 gramos en la postura) con un resultado de 1429.07 Kg/ha, en la localidad de San Juan Ermita, la media superior

la obtuvo el tratamiento 2 (1 gramos en la postura) con 1168.65 Kg/Ha y en la localidad de Ipala, el testigo (t4) obtuvo una nadio de 1429.52 superando a los otros tratamientos.

- Respecto al estudio del incremento de la capacidad de absorción de agua por parte del suelo, se determinó que en ninguna localidad la adición de hidrogel incremento considerablemente esta cualidad edáfica.
- La utilización del poliacrilato de potasio en la producción de frijol (*P. vulgaris*) variedad Vaina Morada no es una alternativa viable ante las condiciones climáticas adversas de las localidades estudiadas y se presenta como una práctica inaccesible, que aumenta considerablemente los costos sin un alza significativa en los rendimientos y consecuentemente en la rentabilidad para los productores excedentarios de la zona.
- El tratamiento que genera los mayores beneficios económicos en dos de las tres localidades es el testigo (tratamiento 1 y 4) con una relación beneficio costo de 1.91 en la localidad de San Diego, Zacapa y una relación beneficio costo de 2.11 para la localidad de Ipala, Chiquimula. En San Juan Ermita se presentó el tratamiento 2 (1 gramo en la postura) como el que presento mejor resultado con una relación beneficio costo de 1.47.

## 9. RECOMENDACIONES

- Con base en los resultados obtenidos en el comportamiento botánico de las plantas de frijol en las tres localidades se recomienda el uso de 2 gramos de hidrogel independientemente de la forma de aplicación para la obtención de resultados por encima de la media general, sobre las variables porcentaje de germinación, altura de planta y porcentaje de floración a sabiendas que estas variables no representan un atractivo económico.
- No se recomienda el uso del poliacrilato de potasio para su uso en el cultivo de frijol variedad Vaina Morada como medio para contrarrestar el descenso de rendimiento por causa de las sequias, en el área del corredor seco de Zacapa y Chiquimula ya que no presento diferencias significativa con respecto a la no utilización de este.
- La utilización del hidrogel presenta un alza en los costos y un descenso en el indicador relación beneficio costo, identificándose también un tiempo más largo para amortizar la inversión inicial por causa de este, por ello no se recomienda utilizarlo en el cultivo de frijol en condiciones de sequía en el área del corredor seco de Zacapa y Chiquimula.

## 10. PRESUPUESTO

Cuadro 51. Presupuesto necesario para desarrollar la investigación sobre el uso de hidrogel en el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris* L. en tres localidades del corredor seco de Guatemala. 2016.

<b>PROYECTO: Evaluación del efecto del hidrogel sobre el cultivo de frijol, 2016</b>	
<b>Descripción del renglón</b>	<b>Q.</b>
Jornales (mano de obra en campo) (26 jornales/localidad)(3 localidades)(Q.81,9)	Q7.500,00
Insumos para conducir la investigación en campo (semilla, insecticida, fungicida, herbicida, protección de semilla)	Q8.000,00
Combustibles y lubricantes (375 km semanal)( 24 semanas)( Q.20/galón)(30 km/g )	Q8.000,00
Equipo e instrumentos (Medidor HI1991301 HANNA, Soluciones de pH, de limpieza, de almacenamiento)	Q10.500,00
Materiales y herramientas (bomba de mochila, chuzo, azadón, cubeta, balanza, pita, machete, cajitas de aluminio, pluviómetro, lima)	Q7.000,00
Impresión y encuadernación	Q600,00
Viáticos según número de días al año en un radio de 50 km o más fuera de su sede.	Q2.000,00
Incentivo para el investigador principal (Q.1973/hora)(2 horas/mes)(6 meses)	Q23.676,00
incentivo para investigador asociado (Q.1358/hora)(4 horas/mes)(6meses)	Q32.592,00
incentivo para investigador auxiliar (Q.897/hora)(2 horas/mes)(6 meses)	Q10.764,00
Promoción y divulgación de la investigación	Q3.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>Q113.632,00</b>

## 11. BIBLIOGRAFIA

DIGI (Dirección General de Investigación, Guatemala); IIA (Instituto de Investigación Agronómicas y Ambientales, Guatemala). 2014. Proyecto “Desarrollo de captadores de agua de lluvia para la producción familiar de hortalizas en el corredor seco. Guatemala. 75 P. Consultado el 22 de dic. de 2016. Disponible en <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2013-27.pdf>

IICA (Instituto Interamericano para la Cooperación en la Agricultura, Estados Unidos). 2009. Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua. Nicaragua. 28 p. Consultado 7 ago. de 2016. Disponible en <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>

INFOAGRO (Información Agrícola, España). 2009. El cultivo de la judía, habichuela o frijol parte 1 (en línea). España. Consultado 06 nov. de 2016. Disponible en [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_judia\\_\\_habichuela\\_o\\_frijol\\_\\_parte\\_i\\_.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_judia__habichuela_o_frijol__parte_i_.asp)

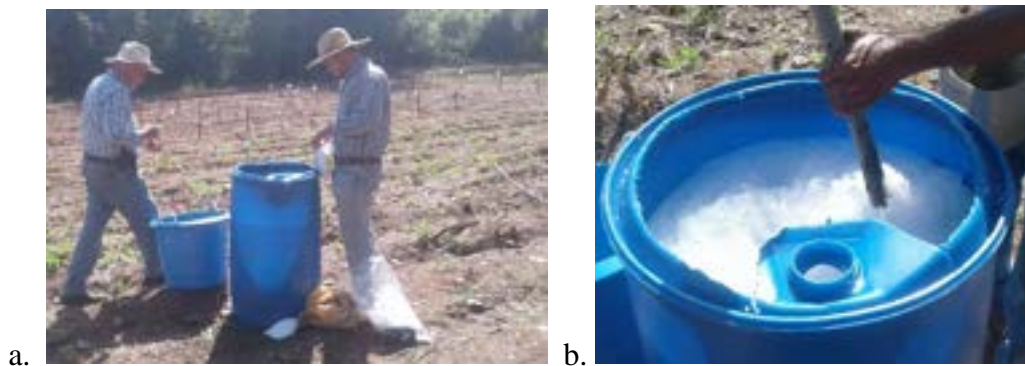
INTA (Instituto nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Nicaragua). 2009. Cultivo de frijol guía tecnológica para la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). 2da. Edición. Nicaragua. 32. Consultado 4 de oct. de 2016. Disponible en <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20FRIJOL.pdf>

MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2016. Estimación de pérdidas cultivo de frijol, año 2016, Departamento de Chiquimula. [Diapositivas de power point]. Guatemala. 7p.

- Peter de León, H. 1999. Estudio comparativo de dosis de un polímero retenedor de humedad y frecuencia de riego, en almácigos de hule (*hevea brasiliensis*), Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Universidad Rafael Landivar. Tesis Ing. Agr. Guatemala. 46 p.
- Salinas, I. 1999. Necesidades Hídricas de los cultivos, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria INTA, Managua, Nicaragua. Nicaragua.
- Villeda, V. 2016. Evaluación de cuatro dosis de hidrogel y tres formas de aplicación en el cultivo de maíz (*zea mays*), en las comunidades de tatutú y guaraquiche, municipio de jocotán, Chiquimula, 2015. Tesis Ing. Agr. Guatemala. 113 p.
- Zuñiga, F. 2007. Hidrorretenedores solución alternativa a problemas de escasez de agua en cultivos frutales, agrícolas y forestales, Bogotá, Colombia. Colombia. 50 p.

## 12. ANEXO

Anexo 1. a. Mezcla de agua y de poliacrilato de potasio. b. hidrogel hidratado



Anexo 2. Siembra de frijol e incorporación de hidrogel en la localidad de San Diego, 2016.



Anexo 3. Incorporación del poliacrilato de potasio a 5 centímetros de la postura.





Anexo 4. Fertilización de frijol en forma chuzeada, con fertilizante formula 15-15-15.



Anexo 5. Ing. Agr. Elmer Barillas exponiendo en visita técnica.



Anexo 6. Lectura de pluviómetro en la localidad de San Juan Ermita, 2016.



Anexo 7. Determinación de la altura de planta en San Juan Ermita, 2016.



Anexo 8. Deshidratación de las muestras de suelo, para determinar porcentaje de humedad.



Anexo 9. a. Selección de 6 vainas por parcela neta. b. Conteo de granos



Anexo 10. Determinación del peso y humedad de grano cosechado en San Juan Ermita, 2016.



Anexo 11. a. afección de la sequía sobre ICTA Ligero. b. afección de la sequía sobre Vaina Morada, en la localidad de San Juan Ermita, 2016.



## Anexo 12. Análisis físico de suelo, San Diego, Zacapa, 2016.


**CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

 Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula  
 Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario:	Cornelio Zeceña	No. Muestra:	03
Nombre de Finca:	El Paraiso	Fecha:	03/11/2016
Localización:	San Diego, Zacapa	Teléfono:	
Identif. de la muestra:			
Cultivo:	Frijol		

**ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES**
**TEXTURA DEL SUELO**
Textura **Franco arcilloso**

% Arcilla	25.83%
% Limo	33.76%
% Arena	40.41%

**DENSIDAD APARENTE gr/cc:** 1.40

**RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO**

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH Unidades		5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm		-			
Fósforo P ppm		20 - 40			
Potasio K ppm		125 - 200			
Calcio Ca meq/100 grs		3 - 8			
Magnesio Mg meq/100 grs		1.5 - 2			
Hierro Fe ppm		30 - 50			
Cobre Cu ppm		2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm		30-50			
Zinc Zn ppm		3 - 6			

**RECOMENDACIONES POR MANZANA**
  
 Coordinador del Laboratorio de Suelos - CUNORI


Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

## Anexo 13. Análisis físico de suelo, San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.


**CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

 Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula  
 Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario: Rigoberto Suchite	No. Muestra: 01
Nombre de Finca:	Fecha: 03/11/2016
Localización: Minas Abajo, San Juan Ermita	Teléfono:
Identif. de la muestra:	
Cultivo: Mango	

**ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES**
**TEXTURA DEL SUELO**

Textura	<b>Franco arcilloso</b>	
% Arcilla		36.38%
% Limo		29.54%
% Arena		34.08%

**DENSIDAD APARENTE gr/cc: 1.11**
**RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO**

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH Unidades		5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm		-			
Fósforo P ppm		20 - 40			
Potasio K ppm		125 - 200			
Calcio Ca meq/100 grs		3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 grs		1.5 - 2			
Hierro Fe ppm		30 - 50			
Cobre Cu ppm		2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm		30-50			
Zinc Zn ppm		3 - 6			

**RECOMENDACIONES POR MANZANA**

--




Coordinador de Laboratorio de Suelos - CUNORI

Los resultados de este informe son válidos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

## Anexo 14. Análisis físico de suelo, Ipala, Chiquimula, 2016.


**CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

 Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula  
 Tel. 79420173 - 79424678

Nombre Propietario: Roberto Aguirre	No. Muestra: 02
Nombre de Finca:	Fecha: 03/11/2016
Localización: Amatillo, Ipala	Teléfono:
Identif. de la muestra:	
Cultivo: Frijol	

**ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES**
**TEXTURA DEL SUELO**
Textura **Arcilloso**

% Arcilla	55.37%
% Limo	14.77%
% Arena	29.86%

**DENSIDAD APARENTE gr/cc: 1.08**
**RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO**

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH Unidades		5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm		-			
Fósforo P ppm		20 - 40			
Potasio K ppm		125 - 200			
Calcio Ca meq/100 grs		3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 grs		1.5 - 2			
Hierro Fe ppm		30 - 50			
Cobre Cu ppm		2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm		30-50			
Zinc Zn ppm		3 - 6			

**RECOMENDACIONES POR MANZANA**

--




Coordinador de Laboratorio de Suelos: J. J. J.

Los resultados de este informe son válidos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

Anexo 15. Costo de producción de los tratamientos en San Diego, Zacapa, 2016.

<b>COSTOS</b>	<b>Testigo</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>	<b>Tratamiento 5</b>	<b>Tratamiento 6</b>
Arrendamiento	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Equipo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bomba aspersora	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Insumos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
*Agua	0,00	100,00	200,00	100,00	200,00
*Semilla	1.009,50	1.009,50	1.009,50	1.009,50	1.009,50
*Fertilizantes	1.292,00	1.292,00	1.292,00	1.292,00	1.292,00
*Pesticidas	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00
*Hidrogel	0,00	16.666,80	33.333,60	16.666,80	33.333,60
Mano de Obra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
*Preparación de terreno	163,74	163,74	163,74	163,74	163,74
*Siembra	573,09	654,96	736,83	654,96	736,83
*Limpias	327,48	327,48	327,48	327,48	327,48
*Fertilización	491,22	491,22	491,22	491,22	491,22
*Fumigaciones	1.064,31	1.064,31	1.064,31	1.064,31	1.064,31
*Cosecha	654,96	654,96	654,96	654,96	654,96
<b>Total costos</b>	<b>7.161,30</b>	<b>24.009,97</b>	<b>40.858,64</b>	<b>24.009,97</b>	<b>40.858,64</b>
<b>INGRESOS</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total Ingresos</b>	<b>10.067,55</b>	<b>12.282,51</b>	<b>12.575,82</b>	<b>11.357,98</b>	<b>11.877,54</b>
<b>Utilidad</b>	<b>2.906,25</b>	<b>-11.727,46</b>	<b>-28.282,82</b>	<b>-12.651,99</b>	<b>-28.981,10</b>
<b>Relación B/C</b>	<b>1,41</b>	<b>0,51</b>	<b>0,31</b>	<b>0,47</b>	<b>0,29</b>

Anexo 16. Costo de producción de los tratamientos en San Juan Ermita, Chiquimula, 2016.

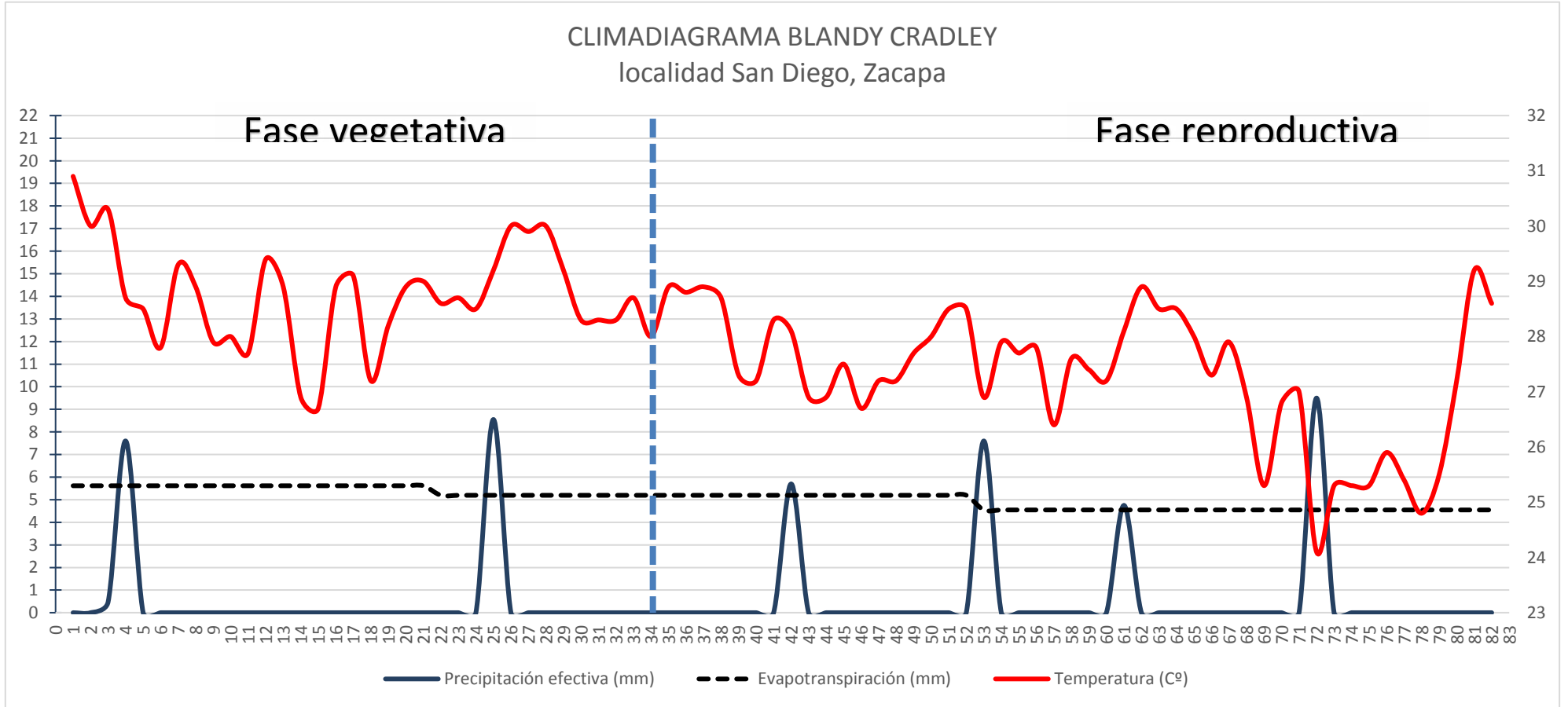
<b>COSTOS</b>	<b>Testigo</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>	<b>Tratamiento 5</b>	<b>Tratamiento 6</b>
Arrendamiento	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Equipo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bomba aspersora	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Insumos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
*Agua	0,00	100,00	200,00	100,00	200,00
*Semilla	1.009,50	1.009,50	1.009,50	1.009,50	1.009,50
*Fertilizantes	1.292,00	1.292,00	1.292,00	1.292,00	1.292,00
*Pesticidas	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00
*Hidrogel	0,00	16.666,80	33.333,60	16.666,80	33.333,60
Mano de Obra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
*Preparación de terreno	163,74	163,74	163,74	163,74	163,74
*Siembra	573,09	654,96	736,83	654,96	736,83
*Limpias	327,48	327,48	327,48	327,48	327,48
*Fertilización	491,22	491,22	491,22	491,22	491,22
*Fumigaciones	1.064,31	1.064,31	1.064,31	1.064,31	1.064,31
*Cosecha	654,96	654,96	654,96	654,96	654,96
<b>Total costos</b>	<b>7.161,30</b>	<b>24.009,97</b>	<b>40.858,64</b>	<b>24.009,97</b>	<b>40.858,64</b>
<b>INGRESOS</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total Ingresos</b>	<b>7.987,76</b>	<b>10.284,12</b>	<b>8.471,23</b>	<b>7.767,76</b>	<b>8.917,92</b>
<b>Utilidad</b>	<b>826,46</b>	<b>-13.725,85</b>	<b>-32.387,41</b>	<b>-16.242,21</b>	<b>-31.940,72</b>
<b>Relación B/C</b>	<b>1,12</b>	<b>0,43</b>	<b>0,21</b>	<b>0,32</b>	<b>0,22</b>



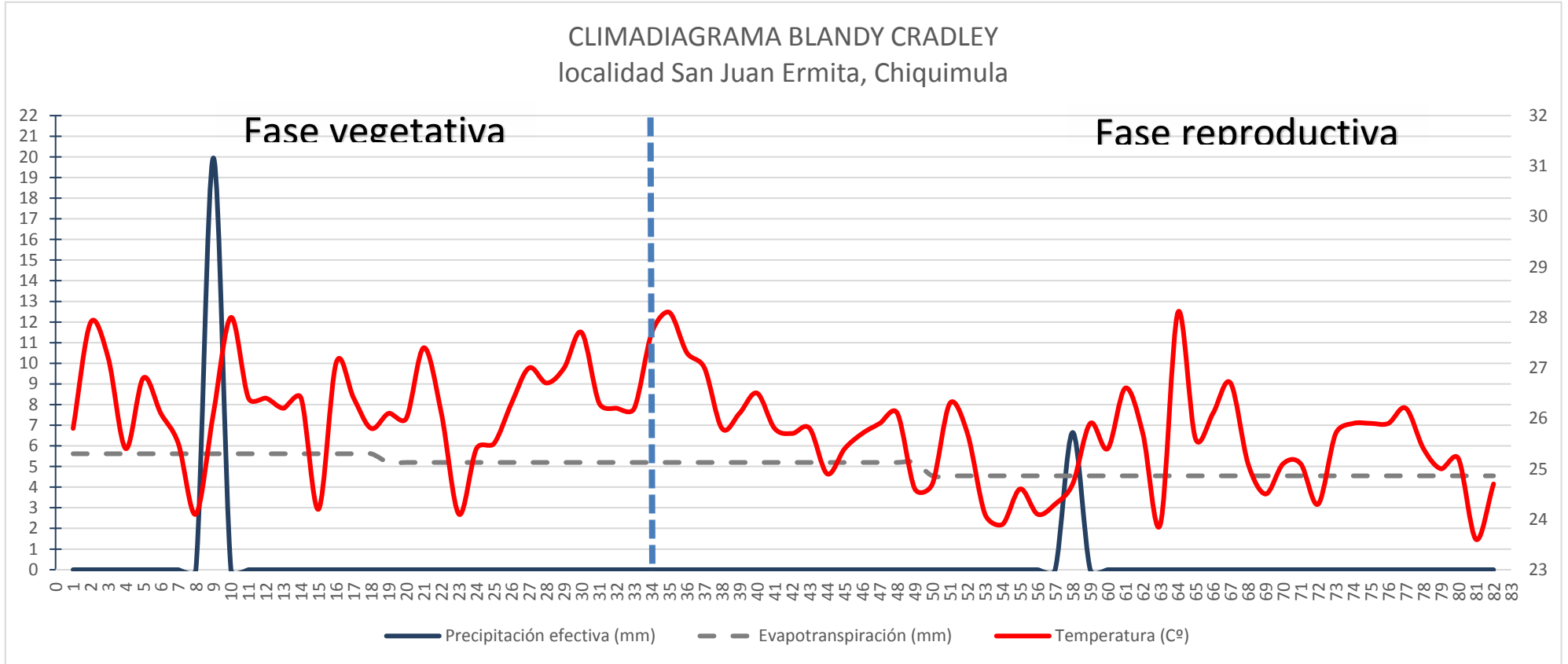
Anexo 17. Costo de producción de los tratamientos en Ipala, Chiquimula, 2016.

<b>COSTOS</b>	<b>Testigo</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>	<b>Tratamiento 5</b>	<b>Tratamiento 6</b>
Arrendamiento	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Equipo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bomba aspersora	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Insumos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
*Agua	0,00	100,00	200,00	100,00	200,00
*Semilla	1.009,50	1.009,50	1.009,50	1.009,50	1.009,50
*Fertilizantes	1.292,00	1.292,00	1.292,00	1.292,00	1.292,00
*Pesticidas	785,00	785,00	785,00	785,00	785,00
*Hidrogel	0,00	16.666,80	33.333,60	16.666,80	33.333,60
Mano de Obra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
*Preparación de terreno	163,74	163,74	163,74	163,74	163,74
*Siembra	573,09	654,96	736,83	654,96	736,83
*Limpias	327,48	327,48	327,48	327,48	327,48
*Fertilización	491,22	491,22	491,22	491,22	491,22
*Fumigaciones	1.064,31	1.064,31	1.064,31	1.064,31	1.064,31
*Cosecha	654,96	654,96	654,96	654,96	654,96
<b>Total costos</b>	<b>7.161,30</b>	<b>24.009,97</b>	<b>40.858,64</b>	<b>24.009,97</b>	<b>40.858,64</b>
<b>INGRESOS</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total Ingresos</b>	<b>11.313,85</b>	<b>11.459,62</b>	<b>10.818,81</b>	<b>11.317,50</b>	<b>10.832,10</b>
Utilidad	4.152,55	-12.550,35	-30.039,83	-12.692,47	-30.026,54
<b>Relación B/C</b>	<b>1,58</b>	<b>0,48</b>	<b>0,26</b>	<b>0,47</b>	<b>0,27</b>

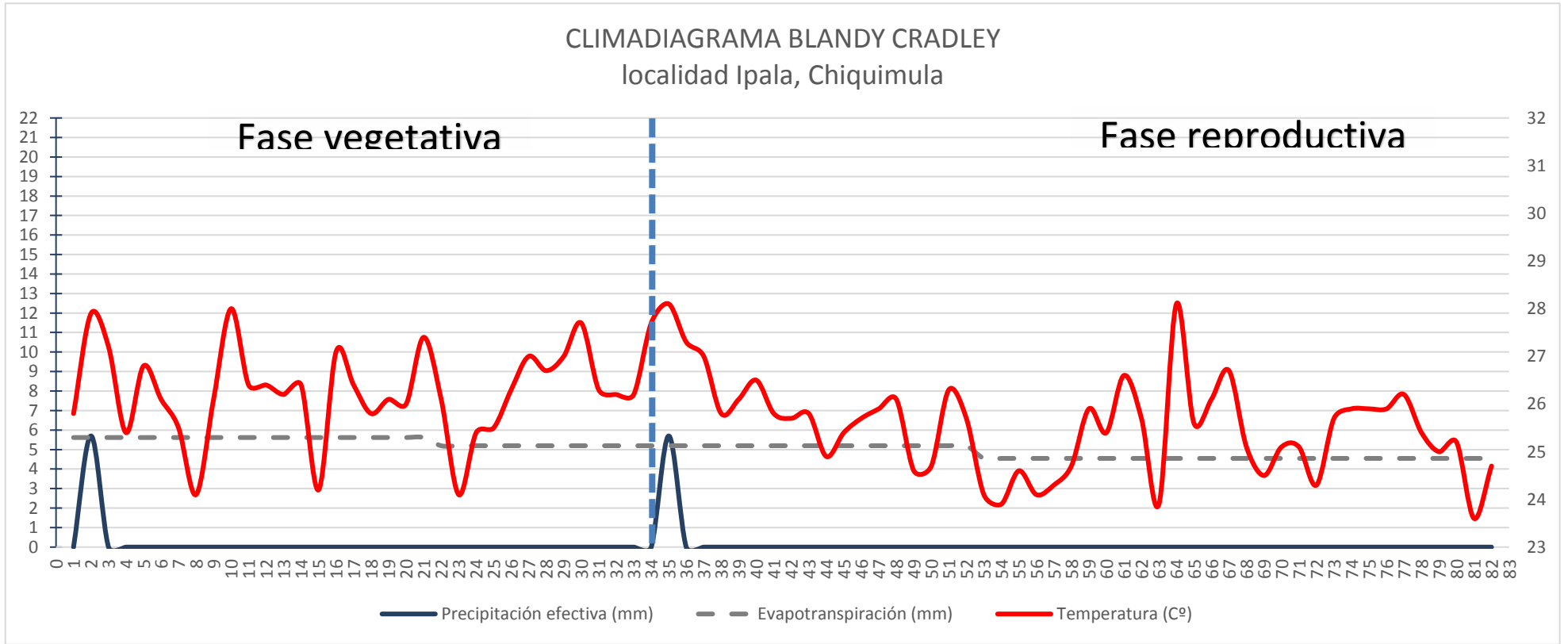
Anexo 18. Climadiagrama de la localidad de San Diego, Zacapa, 2016.



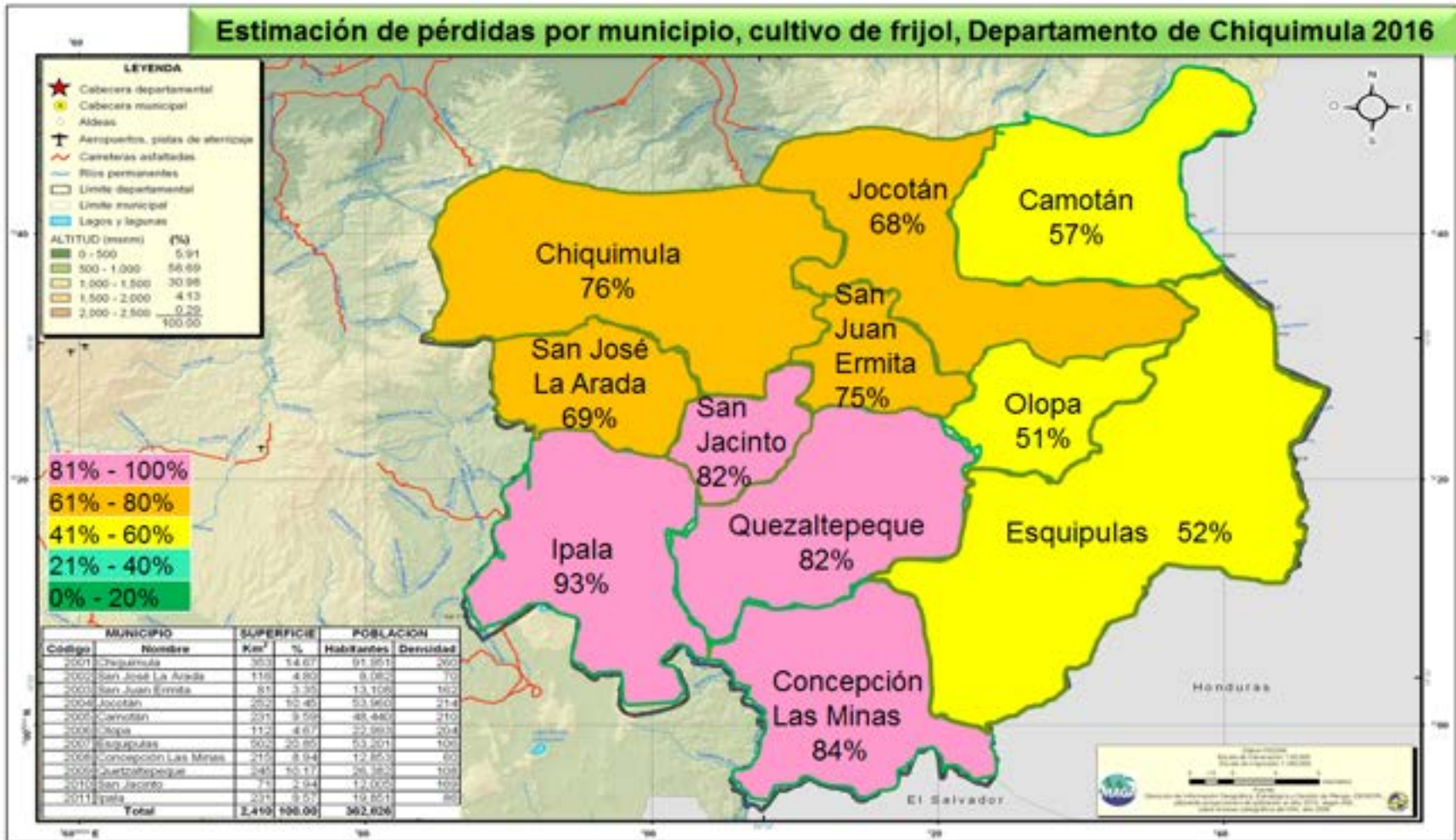
Anexo 19. Climadiagrama de la localidad de San Juan Ermita, 2016.



Anexo 20. Climadiagrama de la localidad de Ipala, Chiquimula, 2016.



Anexo 21. Estimación de pérdidas de frijol por municipio, en el departamento de Chiquimula, producción de postrera, 2016.



## Anexo 22. Estimación de pérdidas en el cultivo de frijol de segunda en el departamento de Chiquimula, 2016.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACIÓN												
UNIDAD DEPARTAMENTAL DE PLANIFICACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN, SEDE DEPARTAMENTAL CHIQUIMULA												
Análisis y proyección por comunidad de pérdidas del cultivo de frijol, siembra de segunda, Septiembre/2016												
FECHA DEL MONITOREO: 7/11/2016 al 11/11/2016												
ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS EN CULTIVO DE FRIJOL DE SEGUNDA 2016												
No.	MUNICIPIO	Número de Productores	Has	Has dañadas	Has Perdidas	Has sin daño	Rendim. qq/ha Normal	Rendim. Con Perdidas	Producción qq/año Normal	Producc. Con Daño	Disminución de producción	Porcentaje de perdida
1	Concepción L Minas	2,508	1,341	29.8%	57.7%	12.5%	21.79	3.57	30,180	4,893	25,287	84%
2	Ipala	3,898	5,675	42.4%	54.5%	3.1%	24.00	1.61	136,200.00	8,880.64	127,319.36	93%
3	Jocotán	5,809	4,863	45.1%	29.9%	25.0%	10.00	3.27	48,630.00	15,555.49	33,074.51	68%
4	Olopa	2,816	515	26.9%	14.7%	58.4%	15.43	7.23	8,203.53	4,000.60	4,202.92	51%
5	Quezaltepeque	5,379	3,550	26.5%	64.6%	8.8%	17.05	3.00	65,397.90	11,800.93	53,596.97	82%
6	San José La Arada	4,193	1,883	34.9%	40.8%	24.3%	23.73	7.02	47,309.00	14,608.50	32,700.50	69%
7	San Juan Ermita	4,338	1,849	22.5%	52.9%	24.6%	27.29	6.81	40,742.50	10,026.57	30,715.93	75%
8	Camotán	5,308	1,918	41.5%	18.2%	40.3%	13.08	5.52	25,845.00	11,032.84	14,812.16	57%
9	Chiquimula	7,182	1,705	24.9%	67.7%	7.4%	12.82	3.00	23,800.50	5,626.23	18,174.27	76%
10	San Jacinto	3,989	3,431	38.6%	48.4%	13.0%	21.47	3.85	62,770.75	11,111.45	51,659.30	82%
11	Esquipulas	1,837	1,145	53.5%	0.0%	46.5%	24.33	11.68	33,586.90	15,964.17	17,622.73	52%
TOTALES		47,257	27,875.	35.2%	40.9%	24.0%	19.18	5.14	22,666.08	113,499.93	409,166.15	71.95%