

**CRIA ORIENTE**

**CADENA DE MAÍZ**

**EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE CINCO  
VARIEDADES DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN TRES LOCALIDADES DE LA  
REGIÓN CHORTÍ.**

**Bryan José Morales Calderón**

**Servio Darío Villela Morataya**

**Cesar Francisco Reyes**

**Chiquimula, noviembre 2018.**



**“Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan”.**

## CONTENIDO

<b>ABSTRACT</b>	7
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	9
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	11
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	12
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	13
3.1. Clasificación taxonómica del maíz	13
3.2. Requerimientos del suelo en el cultivo de maíz	13
3.3. Influencia del fotoperiodo en el cultivo de maíz	13
3.4. Requerimiento de agua en el cultivo de maíz	14
3.5. Requerimiento nutricional del cultivo de maíz	14
3.6. Características principales de los cultivares ICTA B-7, ICTA B-9, ICTA B-15, Arriquín y Tuxpeño.	15
3.7. Potencial de rendimiento	16
<b>4. OBJETIVOS</b>	17
4.1. General	17
4.2. Específicos	17
<b>5. HIPÓTESIS</b>	18
<b>6. METODOLOGÍA</b>	18
6.1. Localidad y época de siembra	18
6.2. Material experimental	18
6.3. Tratamientos a evaluar	19
6.4. Diseño Experimental	19
6.5. Distribución de los tratamientos en el campo	20
6.6. Modelo estadístico	20
6.7. Tamaño de la unidad experimental	21
6.8. Variables respuesta	21
6.8.1. Variables agronómicas	21
6.8.2. Variables componentes del rendimiento	22
6.9. Análisis de la información	23
6.10. Manejo del experimento	24

<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	26
7.1. Variables agronómicas	26
7.1.1. Variable altura de planta.	26
7.1.2. Variable diámetro basal de planta.	29
7.1.3. Variable altura de mazorca.	32
7.1.4. Variable hojas por planta	34
7.2. Variables componentes de rendimiento	37
7.2.1. Variable mazorcas por planta	37
7.2.2. Variable largo de mazorca	39
7.2.3. Variable rendimiento	41
7.3. Análisis financiero para la localidad de San Juan Ermita	43
7.4. Análisis financiero para la localidad de Jocotán	45
7.5. Análisis financiero para la localidad de Camotán	46
7.6. Discusión de resultados	48
<b>8. CONCLUSIONES</b>	52
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	54
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b>	55
<b>11. ANEXOS</b>	57

## **Acrónimos**

CRIA	Consortios Regionales de Investigación Agropecuaria
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
ICTA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
USAC	Universidad San Carlos de Guatemala
CUNORI	Centro Universitario de Oriente

## **EVALUATION OF THE PERFORMANCE POTENTIAL OF FIVE MAIZE VARIETIES (*Zea mays* L.) IN THREE LOCALITIES OF THE CHORTÍ REGION.**

**Ing. Agr. Bryan José Morales Calderón**

**Ing. Agr. Servio Darío Villela Morataya**

**Cesar Francisco Reyes**

### **ABSTRACT**

Maize, in addition to constituting Guatemala as one of the traditionally most important crops, is the main source of 65% carbohydrates and 71% protein in the Guatemalan diet. According to Fuentes López et al. (2005) in Guatemala the use of improved varieties has not been generalized and the use of landraces prevails. Despite the emergence of technological advances for the cultivation of corn, the local criollo maize, which has been cultivated for a long time, is still used by the producers of the Chortí region, for qualities such as its adaptation to adverse weather conditions, characteristics of production and consumption.

To carry out the research, five corn varieties adapted to the agro-climatological conditions of the Chortí region were selected. The materials to be evaluated were the varieties released by the ICTA (ICTA B-7, ICTA B-9 and ICTA B-15) and two Creole materials (Arrequín and Tuxpeño) these varieties that have been managed by community banks implemented by FAO. The evaluations of these materials were carried out in the towns of San Juan Ermita, Jocotán and Camotán; in order to determine the yield potential in the agro-climatological conditions of the Chortí region.

For the performance variable there were statistically significant differences in the interaction locality by variety demonstrated by the analysis of variance. The varieties that reached higher yields were ICTA B-7 in the town of San Juan Ermita (5,430.24 kg / ha) and ICTA B-9 in San Juan Ermita (5,390.75 kg / ha), followed by ICTA B-7 Jocotán (4,953.62 kg / ha) and ICTA B-15 locality Jocotán (4,875.55 kg / ha), followed by Arrequín San Juan Ermita (3,448.69 kg / ha), followed by ICTA B-4 Jocotán (4,060.75 kg / ha), statistically varieties that showed lower yield were Arrequín Camotán (3,500.19 kg / ha),

ICTA B-15 Jocotán (3,448.69 kg / ha), ICTA B-15 Camotán (3,377.57 kg / ha), Tuxpeño San Juan Ermita (3,264.84 kg / ha), ICTA B-7 Camotán (30,71.81 kg / ha), Arrequín Jocotán (2,881.56 kg / ha), ICTA B-9 Camotán (2,768.88 kg / ha), Tuxpeño Jocotán (2,742.93 kg / ha) and Tuxpeño Camotán (2,559.08 kg / he has).

With respect to the financial analysis for the town of San Juan Ermita. The variety that generated the greatest profit was ICTA B-7, which indicated that it has a profitability of 86%. For Jocotán, the variety that generates the most profit was ICTA B-7, which indicated that it has a profitability of 70%. For Camotán The variety that generated the most profit was Arrequín, which indicated that it has a profitability of 24%.

## **EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE CINCO VARIETADES DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN TRES LOCALIDADES DE LA REGIÓN CHORTÍ.**

### **RESUMEN EJECUTIVO**

El maíz, además de constituir en Guatemala uno de los cultivos tradicionalmente más importante, es la fuente principal de carbohidratos 65% y proteína 71% en la dieta de los guatemaltecos. Según Fuentes López et al. (2005) en Guatemala el uso de variedades mejoradas no se ha generalizado y prevalece el uso de variedades criollas. A pesar del surgimiento de avances tecnológicos para el cultivo de maíz, los maíces criollos locales, que han sido cultivados durante mucho tiempo, actualmente siguen siendo utilizados por los productores de la región Chortí, por cualidades como su adaptación a condiciones adversas de clima, características de producción y consumo.

Para realizar la investigación se seleccionaron cinco variedades de maíz adaptas a las condiciones agro climatológicas de la región Chortí. Los materiales a evaluar fueron las variedades liberadas por el ICTA (ICTA B-7, ICTA B-9 e ICTA B-15) y dos materiales criollos (Arrequín y Tuxpeño) estas variedades que han sido manejados por bancos comunitarios implementados por la FAO. Las evaluaciones de estos materiales se realizaron en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán; con el fin de determinar el potencial de rendimiento en las condiciones agro climatológicas de la región Chortí.

Para la variable rendimiento existieron diferencias estadísticamente significativas en la interacción localidad por variedad demostrados por el análisis de varianza. Las variedades que alcanzaron rendimientos más altos fueron ICTA B-7 en la localidad de San Juan Ermita (5,430.24 kg/ha) e ICTA B-9 localidad de San Juan Ermita (5,390.75 kg/ha), seguidas por ICTA B-7 localidad de Jocotán (4,953.62 kg/ha) e ICTA B-15 localidad Jocotán (4,875.55 kg/ha), seguida por Arriquín San Juan Ermita (3,448.69 kg/ha), seguida por ICTA B-4 Jocotán (4,060.75 kg/ha), estadísticamente las variedades que presentaron menor rendimiento fueron Arriquín Camotán (3,500.19 kg/ha), ICTA B-15 Jocotán

(3,448.69 kg/ha), ICTA B-15 Camotán (3,377.57 kg/ha), Tuxpeño San Juan Ermita (3,264.84 kg/ha), ICTA B-7 Camotán (3,071.81 kg/ha), Arrequín Jocotán (2,881.56 kg/ha), ICTA B-9 Camotán (2,768.88 kg/ha), Tuxpeño Jocotán (2,742.93 kg/ha) y Tuxpeño Camotán (2,559.08 kg/ha).

Con respecto al análisis financiero para la localidad de San Juan Ermita. La variedad que mayor ganancia genera fue ICTA B-7 lo cual indicó que tiene una rentabilidad del 86%. Para Jocotán la variedad que mayor ganancia genera fue ICTA B-7 lo cual indicó que tiene una rentabilidad del 70%. Para Camotán La variedad que mayor ganancia genera fue Arrequín lo cual indicó que tiene una rentabilidad del 24%.

## 1. INTRODUCCIÓN

Guatemala constituye uno de los centros de origen y variación del maíz a nivel mundial, donde la población necesita suficiente maíz para alimentación cuya dieta depende principalmente de este cultivo. La importancia del cultivo en Guatemala se observa desde el punto de vista de su superficie cultivada y el consumo por la población en promedio se calcula la ingesta per-cápita en 250 libras/año, aportando aproximadamente el 45% de las calorías de la dieta diaria (ICTA, 2000).

El maíz, además de constituir en Guatemala uno de los cultivos tradicionalmente más importante, es la fuente principal de carbohidratos 65% y proteína 71% en la dieta de los guatemaltecos. Además, se está usando en la preparación de balanceados para la alimentación animal y extracción de aceite.

Según Fuentes López et al. (2005) en Guatemala el uso de variedades mejoradas no se ha generalizado y prevalece el uso de variedades criollas. A pesar del surgimiento de avances tecnológicos para el cultivo de maíz, los maíces criollos locales, que han sido cultivados durante mucho tiempo, actualmente siguen siendo utilizados por los productores de la región Chortí, por cualidades como su adaptación a condiciones adversas de clima, características de producción y consumo.

La presente investigación busca evaluar el potencial de rendimiento de cinco variedades de maíz blanco. Las variedades criollas (Arriquín y Tuxpeño) son las variedades criollas más utilizadas en las comunidades de la región Chortí. La variedad Arriquín fue recolectada en la comunidad de Canaparé Arriba del municipio de Jocotán y la variedad Tuxpeño provienen del banco comunitario de semilla de la aldea Chantiago, Camotán. Los cultivares ICTA B-9 e ICTA B-15 son variedades mejoradas con alto contenido de proteínas y mineral recientemente liberadas para su comercialización por el ICTA. El ICTA B-7 es un cultivar que se adapta a las condiciones edafoclimáticas de la región Chortí debido a su tolerancia a sequía.

Las evaluaciones de estos cultivares se realizarán en las zonas productivas de maíz en los municipios de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán sembrándose al final del mes de marzo y cosechando en el mes julio.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La inseguridad nutricional va en aumento y siendo el maíz blanco base principal en la dieta chiquimulteca, es necesario reconocer la posición estratégica del cultivo como principal fuente de alimento, por lo que debe analizarse la problemática integralmente para contribuir a mejorar la producción de forma que incida efectivamente en la lucha contra el hambre (Fuentes, et al. 2005).

La mayoría de agricultores guatemaltecos de escasos recursos cultivan el maíz únicamente para su alimentación, constituyéndose en un cultivo de agricultura de subsistencia. Ubicado dentro de los cultivos de granos básicos, el maíz se cultiva en un área aproximada de 706,986 hectáreas obteniendo rendimientos promedios de 1.88 toneladas métricas por hectárea, reportándose los menores rendimientos, menores a 0.5 toneladas por hectárea (ICTA 2000).

Las diferentes condiciones adversas que los productores enfrentan durante la etapa de producción los ha llevada a la utilización de variedades criollas de maíz adaptadas a las condiciones particulares de su región, de las cuales la información existente de estos cultivares sobre potencial de rendimiento y características agronómicas es escasa y viendo la importancia de éstas para los productores de la región se hace necesario la generación de información técnica

Tomando en cuenta lo anterior, la presente investigación busca evaluar el potencial de rendimiento de dos variedades criollas (Arriquín y Tuxpeño) y tres variedades comerciales (ICTA B9, ICTA B-15 e ICTA B-7) de maíz en los municipios de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán, con la finalidad de generar información sobre las variedades criollas y comparar los rendimientos con estas variedades comerciales, con el fin de proporcionar a los agricultores mayores alternativas de cultivares que se adapten a la región y con ello aumentar la productividad en la región Chortí.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Clasificación taxonómica del maíz**

La planta de maíz pertenece al reino Plantae, división Tracheophyta, subdivisión Spermatophytina, clase Magnoliopsida, orden Poales, familia Poaceae, genero Zea y especie Zea mays L. (ITIS 2017).

#### **3.2. Requerimientos del suelo en el cultivo de maíz**

El maíz se desarrolla bajo diferentes condiciones de suelo. La mayor dificultad de desarrollo del cultivo se encuentra en suelos excesivamente pesados (arcillosos, por su facilidad a inundarse) y los muy sueltos (arenosos, por tendencia a secarse excesivamente); la mejor condición se puede encontrar en suelos que presenten buenas condiciones tales como textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua (Fuentes 2002).

Se puede cultivar maíz con buenos resultados en suelos con pH de 5.5 a 8 (óptimo 6 a 7), fuera de estos límites, suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y producir toxicidad o carencia; pH inferior hay problemas de toxicidad por Aluminio Al y Manganeso Mn, con carencias de Fósforo P y Magnesio Mg. Con pH superior, se presenta carencias de Hierro Fe, Manganeso Mn y Zinc Zn. El maíz es medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego (Bonilla 2008).

#### **3.3. Influencia del fotoperiodo en el cultivo de maíz**

El maíz es una planta determinada cuantitativa de días cortos, significa que el progreso a floración se retrasa a medida que el fotoperiodo excede de un valor mínimo; para la mayoría de germoplasma de maíz tropical el fotoperiodo crítico oscila entre 11 y 14 horas, con promedio de 13.5 horas. La mayoría de los materiales tropicales tienen mucha sensibilidad al fotoperiodo que puede influir en el retraso en la iniciación de la espiga (Fuentes 2002).

### 3.4. Requerimiento de agua en el cultivo de maíz

La disponibilidad de agua en cantidades adecuadas al requerimiento de la planta, posibilita que el cultivo pueda desarrollarse adecuadamente para potenciar el rendimiento; por lo que su utilización está en función del desarrollo fenológico del cultivo y se correlaciona con otras variables muy importantes como lo son: la capacidad de campo, evapotranspiración y temperatura. La cantidad de agua accesible al cultivo en un momento dado depende de la profundidad explorada por las raíces, cantidad de agua disponible hasta dicha profundidad y efectividad con que las raíces pueden extraer humedad del suelo en los distintos niveles (Fuentes 2002).

### 3.5. Requerimiento nutricional del cultivo de maíz

El maíz es exigente en los principales nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio. La mayoría de suelos donde se cultiva esta planta no es necesario aplicarle elementos menores tales como cobre, zinc, boro, hierro, magnesio y molibdeno, debido a que por lo general los suelos del país disponen de estos elementos o porque la demanda de los mismos es mínima (Fuentes 2002).

Los requerimientos que debe cumplir para el trópico bajo y la aplicación es la siguiente

**Cuadro 1.** Requerimientos nutricionales de macronutriente del cultivo de maíz, para obtener un rendimiento de 4,000 kilogramos/hectárea.

Macro nutriente	Requerimiento	Absorción	La deficiencia provoca	Aplicación
Nitrógeno (N)	150 kg/ha	En forma nítrica (NO <sub>3</sub> ) a ritmo lento	Clorosis en hojas viejas	Primera 50% Segunda 50%
Fósforo (P)	80 kg/ha	Tardada	Deficiencia de órganos reproductivos	Primera 100%
Potasio (K)	100 kg/ha	Lento al principio y rápida después	Baja productividad de granos	Primera 100%

**Fuente:** Ortega 2017.

Según Ortega (2017) la recomendación que muestra el cuadro 1 de los niveles de N-P-K son para densidades de 50,000 plantas/hectárea, con el fin, de obtener rendimientos de maíz entre 3,500 y 4,500 kilogramos/hectárea.

### **3.6. Características principales de los cultivares ICTA B-7, ICTA B-9, ICTA B-15, Arriquín y Tuxpeño.**

#### **a) ICTA B-7**

Es una variedad de maíz de polinización libre (VPL), de grano blanco, tipo sedimentado; promedio de 53 días a floración y de 110 a cosecha. Se puede utilizar en siembras de primera (mayo-junio) o en siembras de segunda (septiembre). Fue desarrollada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) conjuntamente con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y El Programa Regional de Maíz (PRM). Esta variedad es un logro obtenido mediante el mejoramiento genético que incluye la utilización de germoplasma de maíz adaptado a condiciones marginales que favorece a su amplia adaptación agroecológica, especialmente recomendada para las condiciones de la zona del Nor-Oriente y algunas regiones de la Costa Sur- Occidental de Guatemala que presenta este tipo de problemática (ICTA 2002). Su densidad de siembra optima es de 55,000 plantas/hectárea alcanzando rendimientos de 59 quintales/manzana (Ortega 2017).

#### **b) ICTA B-9**

Esta variedad fue desarrollada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), con el apoyo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Variedad que se caracteriza por tener alta calidad de proteína, que contribuye a la mejor nutrición humana, está recomendada para el Oriente, Sur y Norte de Guatemala, comprendidas entre 0 a 1,200 metros sobre el nivel del mar. En los departamentos de San Marcos, Huehuetenango, Quiché, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa, Jutiapa, Jalapa, Zacapa, Chiquimula, Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén (ICTA s.f.).

La variedad de maíz ICTA B-9ACP es la calidad de proteína, aporta el 90% de las proteínas que contiene la leche. El maíz común comparado al ICTA B-9ACP tiene solo

40% de la calidad de la proteína de la leche, por consiguiente, el consumo de maíz ICTA B-9ACP puede contribuir a mejorar la alimentación de los niños, mujeres embarazadas y personas adultas, con lo cual favorecerá a disminuir la desnutrición de las personas (ICTA s.f.).

**c) ICTA B-15**

Es una variedad de maíz de polinización libre (VPL) con alto contenido de proteína y Zinc, de grano color blanco, con textura semicristalina, alcanza su floración entre los 50 y 53 días, la planta alcanza aproximadamente los dos metros de altura, con un rendimiento aproximado de 60 quintales/manzana (ICTA s.f.).

**d) Maíz Arriquín**

Es una variedad de maíz criolla, de grano sedimentado color blanco; con un ciclo de 80 días. Es un material seleccionado muy resistente a la sequía y por lo tanto se cultiva en la región Chortí, puesto a que esta región se ve afectados por periodos prolongados y recurrentes de sequía, por la cual es un material seleccionado que puede constituirse en una muy buena alternativa por la seguridad alimentaria de la familia campesina de la región (Ortega 2017).

**e) Maíz Tuxpeño**

Esta raza se caracteriza por sus mazorcas grandes, cilíndricas, de grano dentado, predominando los colores blancos, pero puede presentar diversos colores. Tiene un alto número de hileras y granos por hilera, lo que la hace una de las razas más productivas de México; presenta muy buena calidad agronómica en planta y resistencia a enfermedades (CONABIO 2010).

### **3.7. Potencial de rendimiento**

Cuando hablamos de explotar el potencial productivo de una especie, es común relacionarlo con su manejo nutricional. Sin embargo, el rendimiento y/o productividad de

una especie no sólo depende de la nutrición, sino del resultado de la interacción de múltiples factores. La ausencia de conocimiento sobre éstos, así como de las herramientas y tecnologías desarrolladas entorno a la mejora de la producción, son la causa principal de los bajos rendimientos en muchos cultivos (Below s.f.).

El rendimiento que puede aportar un cultivo depende de sus características genéticas de productividad potencial, rusticidad y de las condiciones ambientales. La interacción de estos tres aspectos determina el rendimiento de un cultivo, y por esta razón, el rendimiento tiene una variabilidad alta en tiempo y en espacio. Así, por ejemplo, una misma variedad aporta rendimientos diferentes de una localidad geográfica a otra al variar las condiciones climáticas, aunque los demás factores ambientales sean iguales. Al suponer condiciones climáticas iguales, el rendimiento puede variar de acuerdo con las características del suelo.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. General**

Evaluar el potencial de rendimiento en cinco variedades de maíz (*Zea mays L.*) en tres localidades de la región Chortí del departamento de Chiquimula.

### **4.2. Específicos**

- Determinar las características agronómicas en las variedades Arriquín, Tuxpeño, ICTA B-7, ICTA B-9 E ICTA B-15.
- Determinar los componentes de rendimiento en las variedades Arriquín, Tuxpeño, ICTA B-7, ICTA B-9 E ICTA B-15.
- Determinar el rendimiento en kg/ha en las variedades Arriquín, Tuxpeño, ICTA B-7, ICTA B-9 E ICTA B-15.
- Calcular la relación beneficio/costo en las variedades Arriquín, Tuxpeño, ICTA B-7, ICTA B-9 E ICTA B-15 para establecer que cultivares presentan mayor rentabilidad económica.

## 5. HIPÓTESIS

**Ha:** Al menos una de las variedades de maíz, mostrará diferencias significativas en las características agronómicas.

**Ha:** Al menos una de las variedades de maíz, tendrá efecto sobre las componentes del rendimiento.

**Ha:** Al menos una de las variedades de maíz, mostrará diferencias significativas en el rendimiento.

**Ha:** Al menos una de las variedades de maíz, constituirá la mejor alternativa financiera, para cada una de las variedades de maíz.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Localidad y época de siembra

Se llevarán a cabo en tres localidades, las localidades en donde se establecerán se ubican dentro de los siguientes municipios:

- San Juan Ermita, Chiquimula (1 ensayo)
- Jocotán, Chiquimula (1 ensayo)
- Camotán, Chiquimula (1 ensayo)

La época de siembra se realizará en los meses de mayo cosechando en el mes de agosto y el proyecto tendrá una duración aproximadamente de cinco meses (mayo-octubre).

### 6.2. Material experimental

- Arriquín (Criolla)
- Tuxpeño (Criolla)
- ICTA B-7 (Variedad comercial)
- ICTA B-9 (Variedad comercial)

- ICTA B-15 (Variedad comercial)

### 6.3. Tratamientos a evaluar

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos a evaluar en las localidades Jocotán, Camotán y San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala, 2018.

Tratamiento	Material	Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre posturas (cm)	Plantas por postura	Densidad (plantas/ha)	Plantas/metro lineal
T1	Arriquín	80	40	2	62,500	5
T2	Tuxpeño	80	40	2	62,500	5
T3	ICTA B-7	80	40	2	62,500	5
T4	ICTA B-9	80	40	2	62,500	5
T5	ICTA B-15	80	40	2	62,500	5

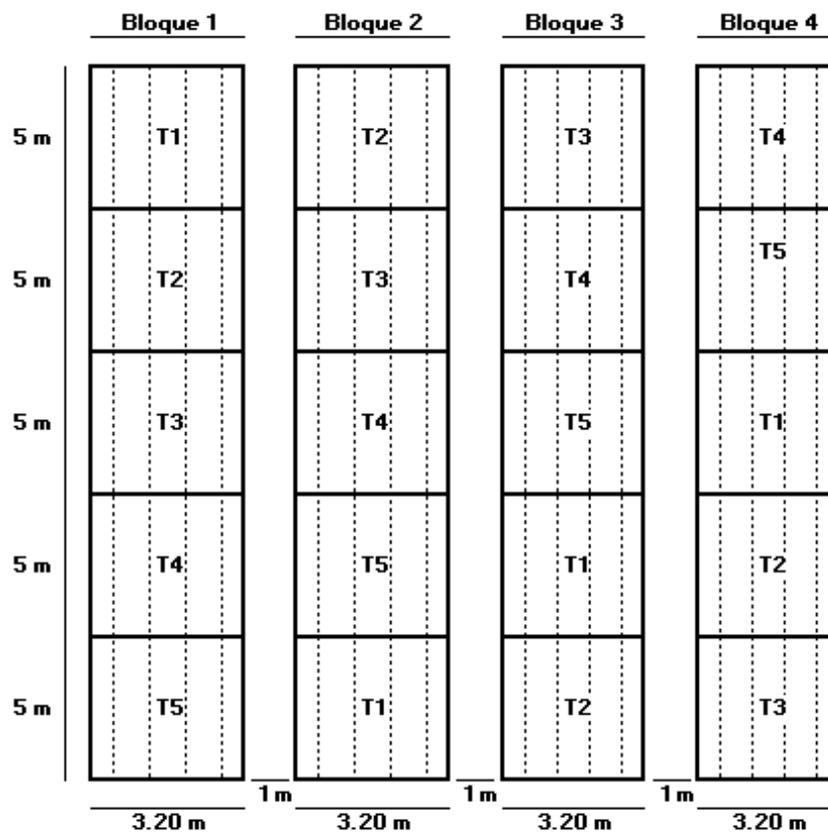
### 6.4. Diseño Experimental

El estudio es un diseño con dos factores, en el cual se evalúan cinco variedades y tres localidades. El diseño experimental será un Arreglo Combinatorio distribuido en Bloques al Azar, que contará con cinco tratamientos combinaciones posibles y cuatro repeticiones haciendo un total de 20 unidades experimentales por localidad.

### 6.5. Distribución de los tratamientos en el campo

La figura 1 muestra la distribución al azar en el campo de las unidades experimentales. El área total del experimento fue de 500 metros cuadrados.

**Figura 2.** Croquis de campo del experimento en cada localidad, Chiquimula, 2018.



### 6.6. Modelo estadístico

Para determinar el comportamiento o la respuesta de las variedades a diferentes ambientes, se realizará un análisis combinado a la variable rendimiento.

El modelo estadístico de diseño es el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + ai + bj + (ab)ij + Yk + Ejk$$

Donde:

**Y<sub>ijk</sub>** = Variable de respuesta observada a medida de la ijk-ésima unidad experimental

**U** = Media general

**a<sub>i</sub>** = Efecto del i-ésimo nivel del factor “A”

**b<sub>j</sub>** = Efecto del j-ésimo nivel del factor “B”

**(ab)<sub>ij</sub>** = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor “A” y el j-ésimo nivel del factor “B”

**Y<sub>k</sub>** = Efecto del k-ésimo bloque

**E<sub>ijk</sub>** = Error experimental asociado a la ijk-ésima unidad experimental.

## 6.7. Tamaño de la unidad experimental

La parcela bruta estará compuesta por cuatro surcos con separación entre sí de 80 centímetros y la longitud de los surcos será 5 metros. Para la parcela neta se considerarán los dos surcos centrales y se descartarán 2 posturas de cada extremo (efecto borde). El área para la parcela bruta será 16 m<sup>2</sup> y de la parcela neta de 5.44 m<sup>2</sup>.

## 6.8. Variables respuesta

### 6.8.1. Variables agronómicas

#### a) Altura de planta (centímetros)

En cada parcela neta se medirán al azar diez plantas y se obtendrá la altura promedio (desde el punto de inserción de las raíces hasta la base de la espiga), la lectura debe tomarse después del estado lechoso del elote. Para la cuantificación se utilizará una regla graduada en centímetros

#### b) Diámetro basal (centímetros)

En cada parcela neta se medirán al azar diez plantas y se obtendrá el diámetro basal promedio (diámetro del primer entrenudo de la planta), la lectura debe tomarse después del estado lechoso del elote. Para la cuantificación se utilizará una forcípula digital.

**c) Hojas por planta (número)**

En cada parcela neta se medirán al azar diez plantas y se obtendrá el número de hojas promedio por planta, la lectura debe tomarse después del estado lechoso del elote.

**d) Altura de la mazorca (centímetros)**

De la parcela neta se medirán al azar diez plantas y se obtendrá la altura de la mazorca promedio (desde el punto de inserción de las raíces hasta el nudo donde se produce la yema axilar que da origen a la mazorca superior o más alta.), la lectura debe tomarse después del estado lechoso del elote. Para la cuantificación se utilizará una regla graduada en centímetros.

**6.8.2. Variables componentes del rendimiento**

**e) Número de mazorcas por planta (número)**

Al momento de realizar la cosecha se contarán el número total de mazorcas de la unidad experimental.

**f) Largo de mazorca (centímetros)**

Al momento de realizar la cosecha se medirán al azar diez mazorcas en cada parcela neta y obtener el largo de mazorca promedio. Para la cuantificación se utilizará una regla graduada en centímetros.

**g) Rendimiento de grano (kg/ha)**

Al momento de la cosecha se pesará el producto (mazorca). El peso registrado se ajustará con un factor de desgrane y un factor de humedad. Previo a la estimación de los factores se pesarán la totalidad de las mazorcas de cada tratamiento (peso húmedo). Para el factor de desgrane (PD) se tomarán de cada tratamiento una muestra del 10% de mazorcas y se pesará por separado el grano y el olote de las mismas. Para el factor de humedad se estimará el peso húmedo del grano, utilizando un determinador de humedad electrónico, para lo cual se tomará de cada tratamiento una muestra de 10 mazorcas de las que se desgranarán 1 kg de grano. Luego con el porcentaje de humedad, se procederá a

estimar el peso seco del grano cosechado en cada tratamiento utilizando la siguiente fórmula:

$$PS = PH * F$$

Donde:

PS: peso seco del grano

PH: peso húmedo del grano de cada tratamiento

F: factor de corrección por humedad (ver anexos)

Una vez obtenidos los factores de corrección se procederá a estimar la cosecha final en kg/ha a 14% de humedad del grano mediante la siguiente fórmula:

$$Rendimiento\ estimado\ (kg/ha) = (10000/A) * PD * PS$$

Donde:

A: área de la parcela del tratamiento

PD: porcentaje o factor de desgrane

PS: peso seco del grano

#### **h) Relación benéfico costo (Quetzales)**

Se tomarán en cuenta los costos durante el ciclo del cultivo, para dividir dentro de los ingresos obtenidos por el rendimiento, para determinar el tratamiento con mejor relación B/C en Quetzales; esto se obtendrá mediante un análisis de presupuestos parciales.

### **6.9. Análisis de la información**

El análisis de los datos de las variables respuesta se realizará con el software estadístico InfoStat versión 2016. Los análisis de varianza se realizarán con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  usando el método de modelos lineales generales y mixtos, encontrando el modelo estadístico que optimice los valores de los estadísticos AIC y BIC y que a su vez asegure la distribución normal de los datos y varianzas homogéneas.

Donde se determine significancia estadística se realizará una prueba de medias, utilizando el método Fisher con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  para encontrar el o los tratamientos sobresalientes.

## **6.10. Manejo del experimento**

Después de seleccionar los sitios experimentales se procederá en cada uno a obtener una muestra de suelo, con el objetivo de enviarla al laboratorio para que los respectivos análisis de fertilidad del suelo a utilizar para cada ensayo.

### **6.10.1. Preparación del terreno**

Para la limpieza del terreno se realizarán aplicaciones con Glifosato Alemán 35.6 LP + Atrazina 90 WP. Limpio el terreno, se elaborarán 32 surcos de 30 m de largo cada uno, con ancho de 80 centímetros. Se identificarán los tratamientos y repetición de cada unidad experimental.

### **6.10.2. Siembra**

Se protegerá la semilla aplicándole Semevin 35 FS, la siembra se realizará de forma manual, con chuzo. Colocando 4 semillas por postura, para ralea a los 10 días, dejando finalmente dos plantas por postura.

### **6.10.3. Control de malezas**

El control de malezas durante el ciclo de cultivo se realizará de forma manual, la primera a los 12 días, la segunda a los 30 días y la tercera a los 45 días, utilizando como herramienta machete.

### **6.10.4. Control de plagas y enfermedades**

Las principales plagas del cultivo de maíz que afectan en el área de estudio son el gusano cogollero y tortuguillas. Para el control de estas plagas se realizarán aplicaciones foliares con bomba de mochila de 16 litros de Certero 48 SC o Monarca 11.25 SE.

Para la prevención de enfermedades se realizarán aplicaciones foliares con bomba de mochila de 16 litros con Antracol 70 WP.

### **6.10.5. Fertilización**

En cada localidad se realizarán un estudio de fertilidad para conocer los niveles nutricionales de suelo y poder definir el programa de fertilización.

Se realizará dos fertilizaciones, la primera a los 10 días después de la siembra, aplicando el total de fosforo y potasio y el 50% de nitrógeno. A los 45 días después de la siembra se aplicará el restante 50% de nitrógeno.

**Dosis en primera fertilización:**

24 gramos por planta (Mezcla Triple 15-15-15 + Muriato de potasio).

**Dosis en segunda fertilización:**

6 gramos por planta (Urea)

**6.10.6. Cosecha**

Al momento de la cosecha se tomarán en cuenta todas las mazorcas de la parcela neta se pesará el producto (mazorca). El peso registrado se ajustará con un factor de desgrane y un factor de humedad. Se medirá el porcentaje de humedad de los granos cosechados con un medidor de humedad electrónico, con la finalidad de cuantificar los datos de rendimiento.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados y discusión de las variables estudiadas durante el desarrollo de la investigación. El análisis estadístico para cada cultivar estudiado fue realizado en forma separada, implementando modelos líneas generales y mixtos. Cuando existió diferencia significativa fueron sometidas a la prueba de medias de Fisher al (0.05). También, se presentan los resultados del análisis económico para las cinco variedades de maíz evaluadas.

### 7.1. Variables agronómicas

#### 7.1.1. Variable altura de planta.

Se midió con el propósito de determinar si existe diferencia de alturas de plantas entre las cinco variedades de maíz (*Zea mays* L.) y en las tres localidades donde se establecieron los ensayos.

**Cuadro 3.** Promedios obtenidos para la variable altura en centímetros en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	LOCALIDADES		
	San Juan Ermita	Jocotán	Camotán
ARRIQUÍN	259.41	255.85	255.85
TUXPEÑO	235.96	245.75	245.75
ICTA B-7	259.98	276.67	276.67
ICTA B-9	245.02	255.31	255.31
ICTA B-15	226.52	230.73	230.73

**Cuadro 4.** Análisis de varianza para la variable altura, Chiquimula, Guatemala, 2018.

	numDF	denDF	F-value	p-value
Localidad	2	30	3.57	0.0405
Variedad	4	12	6.63	0.0047
Localidad: variedad	8	30	1.44	0.2195

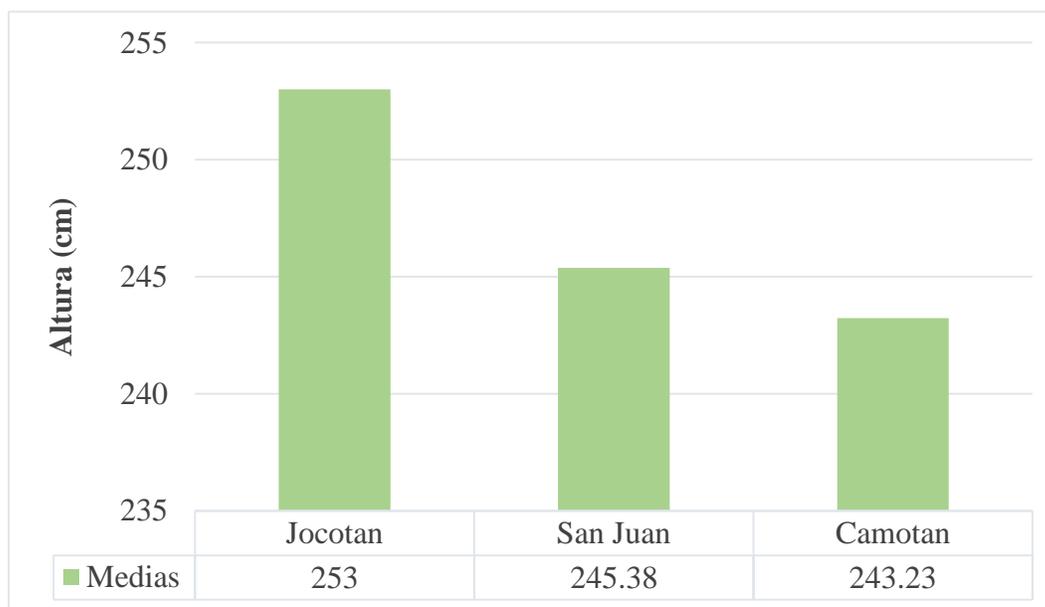
Al analizar los datos se determinó que existe diferencia estadísticamente para los factores localidad y variedad por lo que se procedió a realizar un análisis de medias por medio de Fisher (0.05).

**Cuadro 5.** Prueba de medias de Fisher (0.05) para el factor localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

LOCALIDAD	MEDIAS	E.E.		
JOCOTÁN	253.00	3.61	A	
SAN JUAN ERMITA	245.38	3.61	A	B
CAMOTÁN	243.23	3.61		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que la altura de las plantas es mayor en la localidad de Jocotán con una media de 253.00 cm, seguida por la localidad de San Juan Ermita con una media de 245.30 cm y la localidad que menor altura mostró fue Camotán con una media de 243.23 cm.



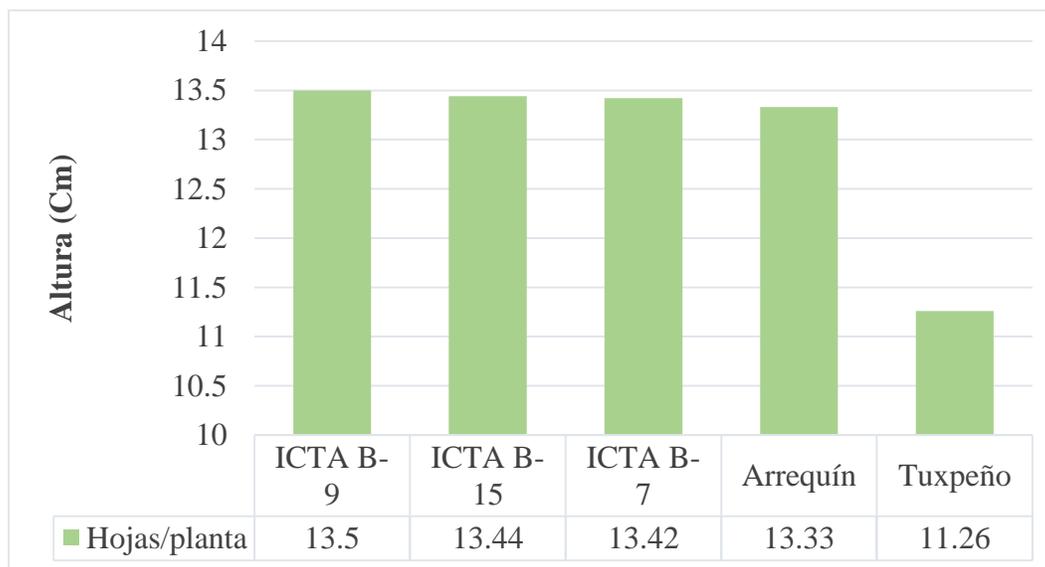
**Figura 2.** Promedio de alturas para el factor localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

**Cuadro 6.** Prueba de medias de Fisher (0.05) para el factor variedades, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	MEDIAS	E.E.		
ICTA B-7	260.79	5.35	A	
ARRIQUÍN	255.94	5.35	A	B
ICTA B-9	248.59	5.35	A	B
TUXPEÑO	243.56	5.35		B
ICTA B-15	227.15	5.35		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que las variedades con mayor altura son ICTA B-7 (260.79 cm), Arriquín (255.94 cm), ICTA B-9 (248.59 cm), seguida por la variedad Tuxpeño (243.56 cm) y la variedad con menor altura fue ICTA B-15 (227.15 cm).



**Figura 3.** Promedio de alturas para el factor variedad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

De acuerdo con los resultados mostrados se comprobó estadísticamente que existen diferencias significativas para el factor localidad y para el factor variedad. Siendo así, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación

### 7.1.2. Variable diámetro basal de planta.

En cada parcela neta se midieron al azar diez plantas y se obtuvo el diámetro basal promedio por tratamiento, la medición se realizó en el primer entre nudo de la planta de maíz, la lectura tomó después del estado lechoso del elote. Para la cuantificación se utilizó un vernier digital calibrado en milímetros.

**Cuadro 7.** Promedios obtenidos para la variable diámetro basal en milímetros en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	LOCALIDADES		
	San Juan Ermita	Jocotán	Camotán
ARRIQUÍN	20.89	18.44	16.93
TUXPEÑO	18.26	17.15	17.98
ICTA B-7	21.24	20.27	18.84
ICTA B-9	20.21	19.78	18.97
ICTA B-15	18.31	17.13	17.83

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para la variable diámetro basal, Chiquimula, Guatemala, 2018.

	numDF	denDF	F-value	p-value
Localidad	2	30	11.64	0.0002
Variedad	4	12	3.83	0.0314
Localidad: variedad	8	30	2.22	0.0546

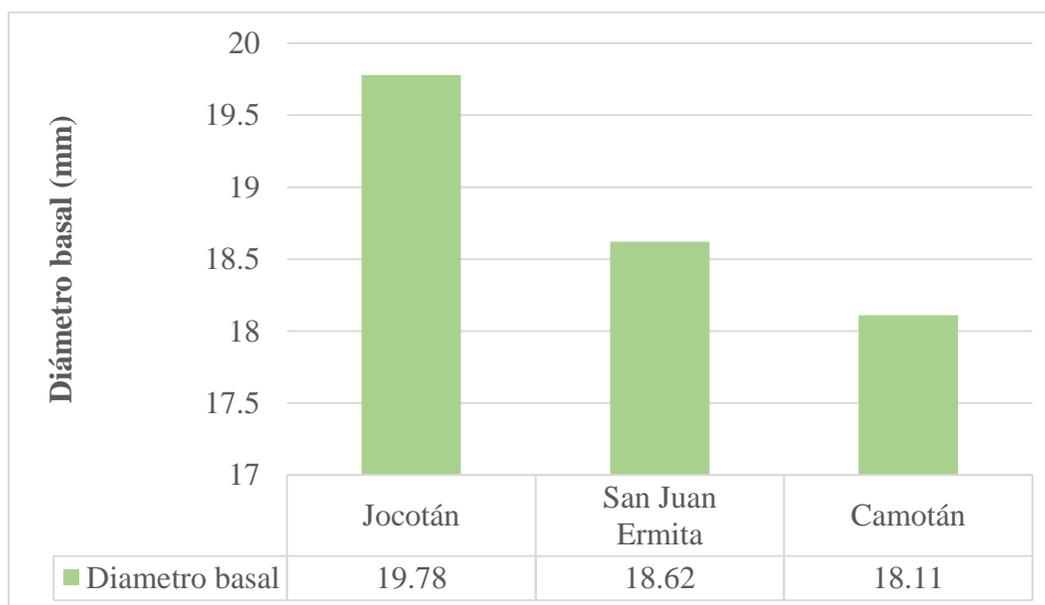
Al analizar los datos se determinó que existe diferencia estadísticamente para los factores localidad y variedad por lo que se procedió a realizar un análisis de medias por medio de Fisher (0.05).

**Cuadro 9.** Prueba de medias de Fisher (0.05) para el factor localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

LOCALIDAD	MEDIAS	E.E.	
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	19.78	0.44	A
<b>JOCOTÁN</b>	18.62	0.44	B
<b>CAMOTÁN</b>	18.11	0.44	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que el diámetro basal de las plantas es mayor en la localidad de San Juan Ermita con una media de 19.78 mm, seguida por la localidad de Jocotán con una media de 18.62 mm y la localidad que menor altura mostró fue Camotán con una media de 18.11 mm.



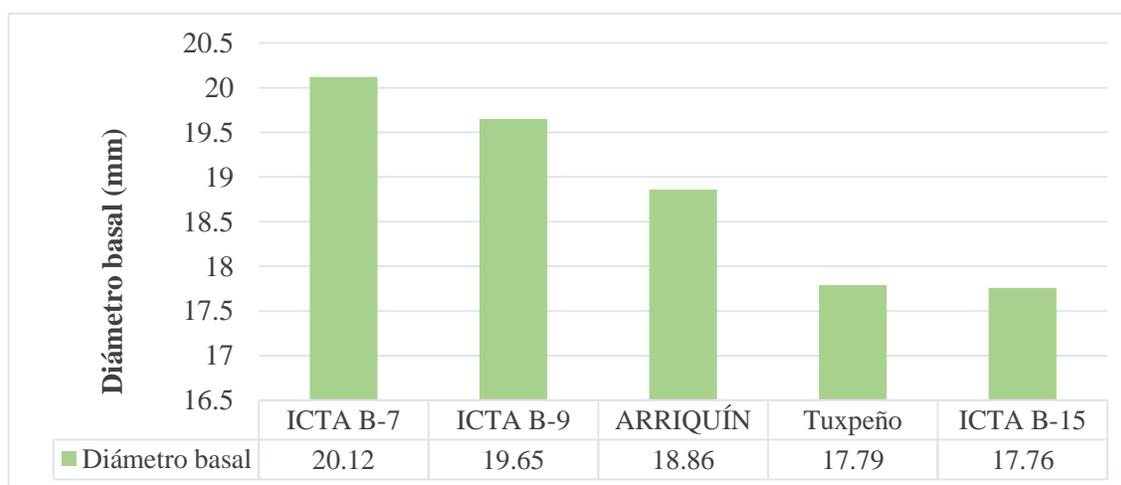
**Figura 4.** Promedio de diámetro basal para el factor localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

**Cuadro 10.** Prueba de medias de Fisher (0.05) para el factor variedades, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	MEDIAS	E.E.		
<b>ICTA B-7</b>	20.12	0.63	A	
<b>ICTA B-9</b>	19.65	0.63	A	
<b>ARRIQUÍN</b>	18.86	0.63	A	B
<b>TUXPEÑO</b>	17.79	0.63		B
<b>ICTA B-15</b>	17.76	0.63		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que las variedades con mayor diámetro basal son ICTA B-7 (20.12 mm), ICTA B-9 (19.65 mm), Arriquín (18.86 mm), seguida por la variedad Tuxpeño (17.79 mm) y la variedad con menor altura fue ICTA B-15 (17.76 mm).



**Figura 5.** Diámetro basal promedio para el factor variedad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

De acuerdo con los resultados mostrados se comprobó estadísticamente que existen diferencias significativas para el factor localidad y para el factor variedad. Siendo así, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

### 7.1.3. Variable altura de mazorca.

De la parcela neta se midieron al azar diez plantas y se obtuvo la altura de la mazorca promedio (desde el punto de inserción de las raíces hasta el nudo donde se produce la yema axilar que da origen a la mazorca superior o más alta), la lectura se tomó después del estado lechoso del elote. Para la cuantificación se utilizará una regla graduada en centímetros.

**Cuadro 11.** Promedios obtenidos para la variable altura de mazorca en centímetros en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	LOCALIDADES		
	San Juan Ermita	Jocotán	Camotán
ARRIQUÍN	126.88	115.85	115.854
TUXPEÑO	112.17	113.46	58.534
ICTA B-7	115.23	120.08	61.847
ICTA B-9	115.58	114.79	59.201
ICTA B-15	97.88	115.65	115.646

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para la variable altura de mazorca, Chiquimula, Guatemala, 2018.

	numDF	denDF	F-value	p-value
Localidad	2	30	4.90	0.0144
Variedad	4	12	12.56	0.0003
Localidad: variedad	8	30	4.04	0.0023

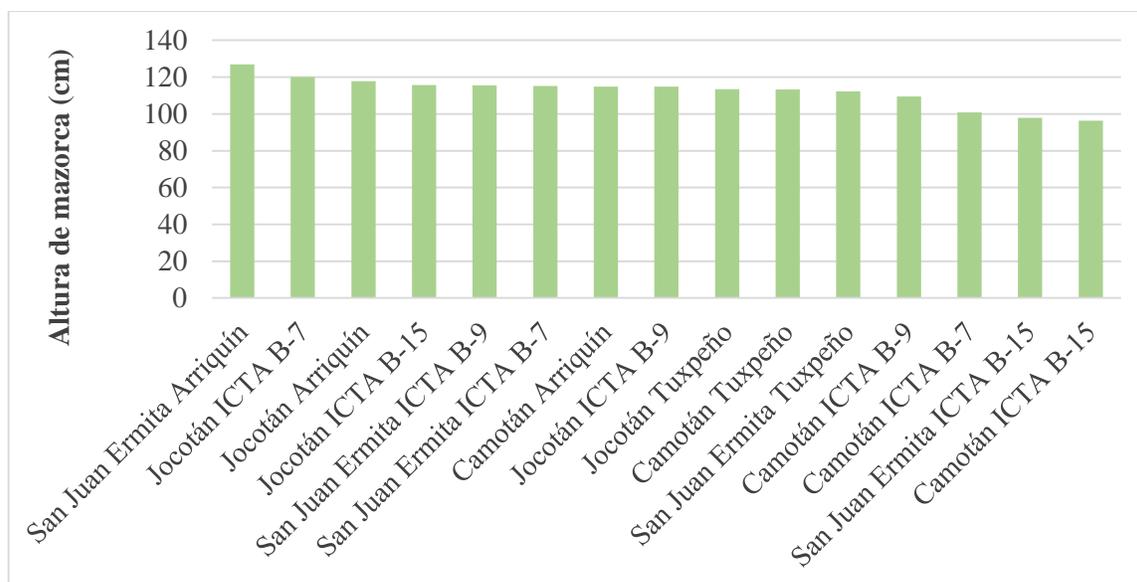
Al analizar los datos se determinó que existe diferencia estadísticamente para la interacción localidad y variedad realizar un análisis de medias por medio de Fisher (0.05). Debido a que existe diferencia significativa en la interacción se omite realizar prueba de medias individual para cada factor.

**Cuadro 13.** Prueba de medias de Fisher (0.05) para la interacción variedad y localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

<b>LOCALIDAD</b>	<b>VARIEDAD</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>E.E.</b>			
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	Arriquín	126.88	1.23	A		
<b>JOCOTÁN</b>	ICTA B-7	120.08	5.9	A	B	
<b>JOCOTÁN</b>	Arriquín	117.75	1.23	A	B	
<b>JOCOTÁN</b>	ICTA B-15	115.64	8.34	A	B	C
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	ICTA B-9	115.52	3.45	A	B	C
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	ICTA B-7	115.23	5.9	A	B	C
<b>CAMOTÁN</b>	Arriquín	114.83	1.23		B	C
<b>JOCOTÁN</b>	ICTA B-9	114.79	3.45		B	C
<b>JOCOTÁN</b>	Tuxpeño	113.46	1.83		B	C
<b>CAMOTÁN</b>	Tuxpeño	113.21	1.83		B	C
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	Tuxpeño	112.17	1.83		B	C
<b>CAMOTÁN</b>	ICTA B-9	109.42	3.45		B	C
<b>CAMOTÁN</b>	ICTA B-7	100.79	5.9			C
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	ICTA B-15	97.88	8.34			C
<b>CAMOTÁN</b>	ICTA B-15	96.33	8.34			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que las variedades Arriquín en la localidad de San Juan Ermita (126.88 cm), ICTA B-7 localidad de Jocotán (120.08 cm), Arriquín localidad de Jocotán (117.75 cm), ICTA B-15 localidad Jocotán (115.64 cm), ICTA B-9 localidad San Juan Ermita (115.52) e ICTA B-7 localidad San Juan Ermita (115.23 cm) obtuvieron una media mayor para la variable altura de mazorca con respecto a los demás tratamientos.



**Figura 5.** Altura de mazorcas promedio para la interacción localidad y variedad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

De acuerdo con los resultados mostrados se comprobó estadísticamente que existen diferencias significativas para la interacción localidad y variedad. Siendo así, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

#### 7.1.4. Variable hojas por planta

En cada parcela neta se medirán al azar diez plantas y se obtendrá el número de hojas promedio por planta, la lectura debe tomarse después del estado lechoso del elote.

**Cuadro 14.** Promedios obtenidos para la variable hojas por planta en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	LOCALIDADES		
	San Juan Ermita	Jocotán	Camotán
ARRIQUÍN	13.69	12.13	13.68
TUXPEÑO	11.96	10.96	10.87
ICTA B-7	14.08	12.96	13.20
ICTA B-9	14.02	13.02	13.33
ICTA B-15	13.52	13.21	13.64

**Cuadro 15.** Análisis de varianza para la variable altura de mazorca, Chiquimula, Guatemala, 2018.

	<b>numDF</b>	<b>denDF</b>	<b>F-value</b>	<b>p-value</b>
<b>Localidad</b>	2	30	15.90	<0.0001
<b>Variedad</b>	4	12	43.13	<0.0001
<b>Localidad: variedad</b>	8	30	1.50	0.1974

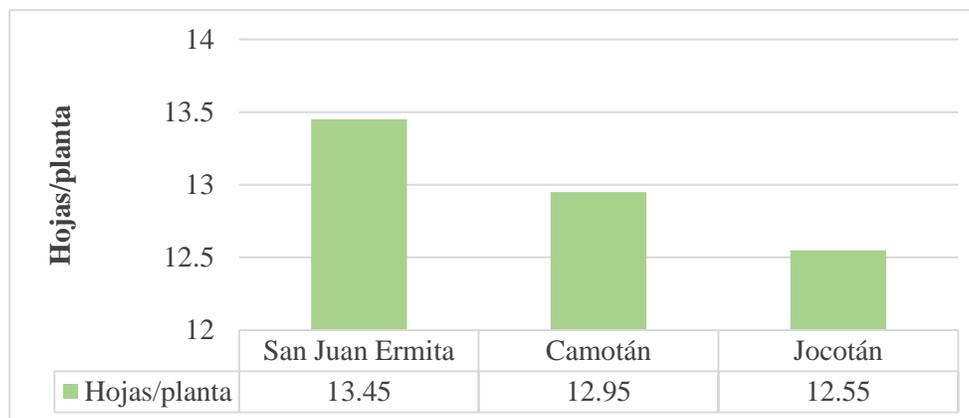
Al analizar los datos se determinó que existe diferencia estadísticamente para los factores localidad y variedad por lo que se procedió a realizar un análisis de medias por medio de Fisher (0.05).

**Cuadro 16.** Prueba de medias de Fisher (0.05) para el factor localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

<b>LOCALIDAD</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>E.E.</b>	
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	13.45	0.44	A
<b>CAMOTÁN</b>	12.95	0.44	B
<b>JOCOTÁN</b>	12.55	0.44	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que la cantidad de hojas por planta es mayor en la localidad de San Juan Ermita con una media de 13.45 hojas/planta, seguida por la localidad de Camotán con una media de 12.95 hojas/planta y Jocotán con una media de 12.55 hojas/planta.



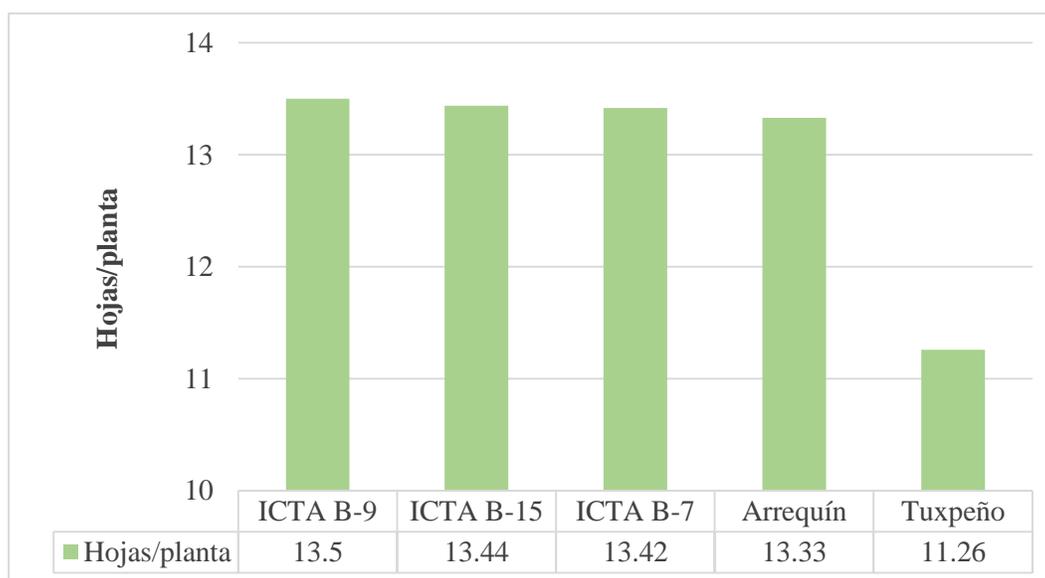
**Figura 6.** Promedio de hojas/planta para el factor localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

**Cuadro 17.** Prueba de medias de Fisher (0.05) para el factor variedades, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	MEDIAS	E.E.	
<b>ICTA B-9</b>	13.50	0.15	A
<b>ICTA B-15</b>	13.44	0.15	A
<b>ICTA B-7</b>	13.42	0.15	A
<b>ARREQUÍN</b>	13.33	0.15	A
<b>TUXPEÑO</b>	11.26	0.15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que las variedades con mayor cantidad de hojas son ICTA B-9 (13.50 hojas/planta), ICTA B-15 (13.44 hojas/planta), ICTA B-7 (13.42 hojas/planta), Arriquín (13.33 hojas/planta), seguida por la variedad Tuxpeño (11.33 hojas/planta).



**Figura 7.** Promedio de hojas/planta para el factor variedad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

De acuerdo con los resultados mostrados se comprobó estadísticamente que existen diferencias significativas para el factor localidad y para el factor variedad. Siendo así, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

## 7.2. Variables componentes de rendimiento

### 7.2.1. Variable mazorcas por planta

De la parcela neta se tomaron al azar diez plantas y se le contabilizó el número de mazorcos por planta, el conteo se realizó después del estado lechoso del elote.

**Cuadro 18.** Promedios obtenidos para la variable mazorcas por planta en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	LOCALIDADES		
	San Juan Ermita	Jocotán	Camotán
ARRIQUÍN	1.06	1.02	1.125
TUXPEÑO	1.11	1.06	1.230
ICTA B-7	1.00	1.02	1.104
ICTA B-9	1.00	1.06	1.083
ICTA B-15	1.02	1.02	1.104

**Cuadro 19.** Análisis de varianza para la variable mazorcas por planta, Chiquimula, Guatemala, 2018.

	numDF	denDF	F-value	p-value
<b>Localidad</b>	2	30	8.69	0.0011
<b>Variedad</b>	4	12	1.33	0.3149
<b>Localidad: variedad</b>	8	30	1.63	0.1580

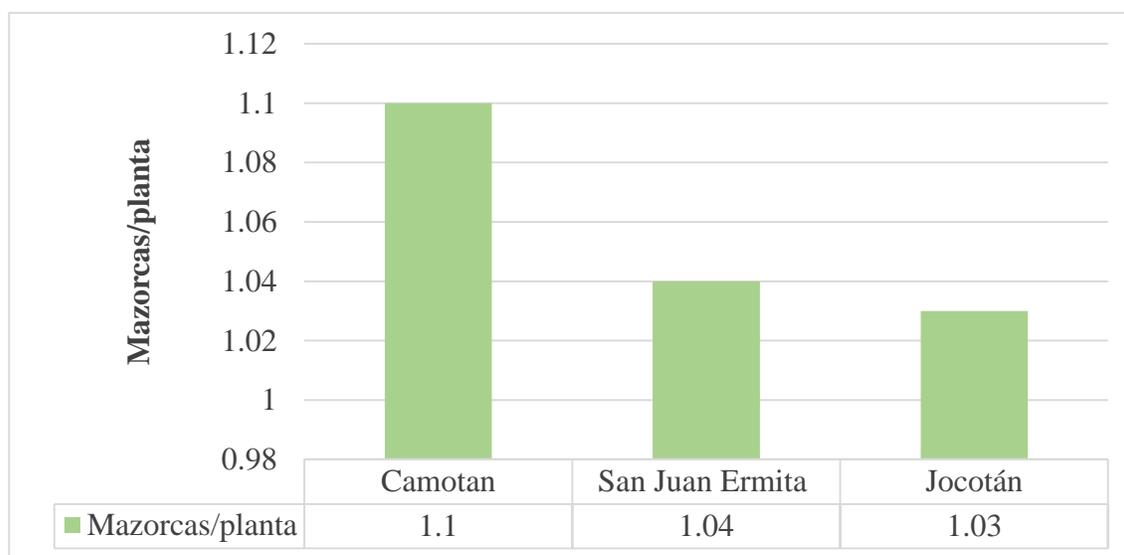
Al analizar los datos se determinó que existe diferencia estadísticamente para el factor localidad por lo que se procedió a realizar un análisis de medias por medio de Fisher (0.05).

**Cuadro 20.** Prueba de medias de Fisher (0.05) para el factor localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

LOCALIDAD	MEDIAS	E.E.	
<b>CAMOTÁN</b>	1.10	0.44	A
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	1.04	0.44	B
<b>JOCOTÁN</b>	1.03	0.44	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que el número de mazorcas por planta es mayor en la localidad de Camotán con una media de 1.10 mazorcas/planta, seguida por las localidades de San Juan Ermita con una media de 1.04 mazorcas/planta y la localidad de Jocotán con una media de 1.03 mazorcas/planta.



**Figura 8.** Promedio de mazorcas por planta para el factor localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

De acuerdo con los resultados mostrados se comprobó estadísticamente que existen diferencias significativas para el factor localidad. Siendo así, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

### 7.2.2. Variable largo de mazorca

Al momento de realizar la cosecha se midieron al azar diez mazorcas en cada parcela neta y se obtuvo el largo de mazorca promedio. Para la medición se utilizó una regla graduada en centímetros.

**Cuadro 21.** Promedios obtenidos para la variable largo de mazorca en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	LOCALIDADES		
	San Juan Ermita	Jocotán	Camotán
ARRIQUÍN	13.65	13.58	14.646
TUXPEÑO	14.19	12.96	13.861
ICTA B-7	16.10	16.75	15.604
ICTA B-9	15.02	17.28	15.271
ICTA B-15	15.92	15.64	14.917

**Cuadro 22.** Análisis de varianza para la variable largo de mazorca, Chiquimula, Guatemala, 2018.

	numDF	denDF	F-value	p-value
Localidad	2	30	0.35	0.7076
Variedad	4	12	6.16	0.0062
Localidad: variedad	8	30	1.19	0.4025

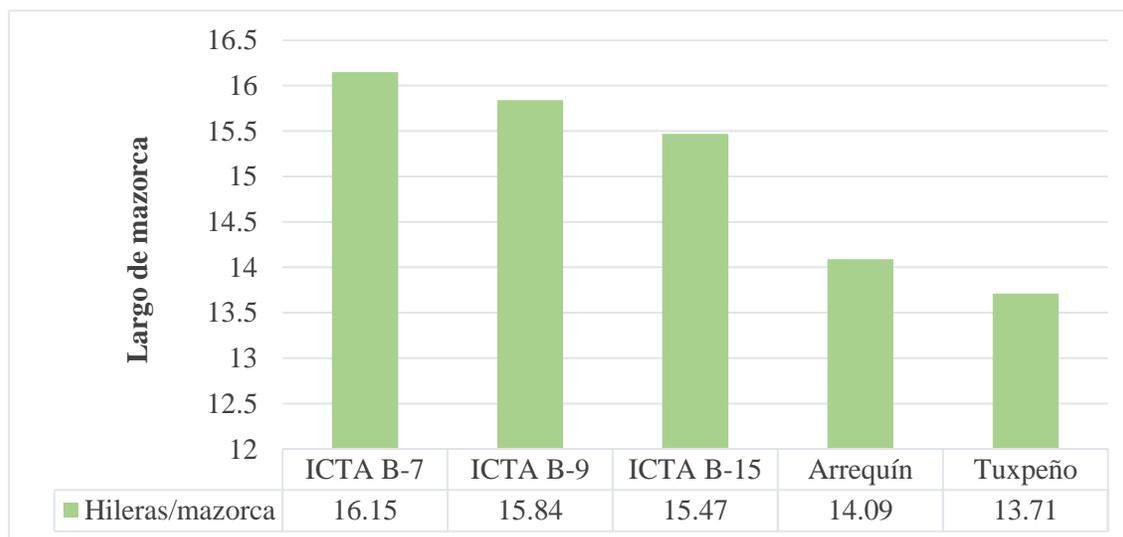
Al analizar los datos se determinó que existe diferencia estadísticamente para el factor variedad por lo que se procedió a realizar un análisis de medias por medio de Fisher (0.05).

**Cuadro 23.** Prueba de medias de Fisher (0.05) para el factor localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

<b>VARIEDAD</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>E.E.</b>	
<b>ICTA B-7</b>	16.15	0.22	A
<b>ICTA B-9</b>	15.84	0.22	A
<b>ICTA B-15</b>	15.47	0.22	A
<b>ARRIQUÍN</b>	14.09	0.22	B
<b>TUXPEÑO</b>	13.71	0.22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que las variedades con mayor cantidad hileras por mazorca son ICTA B-7 (16.15 cm), ICTA B-9 (15.84 cm), ICTA B-15 (15.47 cm), seguidas por las variedades Arriquín (14.09 cm) y Tuxpeño (13.71 cm).



**Figura 9.** Promedio de largo de mazorca para el factor variedad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

De acuerdo con los resultados mostrados se comprobó estadísticamente que existen diferencias significativas para el factor variedad. Siendo así, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

### 7.2.3. Variable rendimiento

Al momento de la cosecha se pesará el producto (mazorca). El peso registrado se ajustará con un factor de desgrane y un factor de humedad. Previo a la estimación de los factores se pesarán la totalidad de las mazorcas de cada tratamiento (peso húmedo).

**Cuadro 24.** Promedios obtenidos para la variable rendimiento en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	LOCALIDADES		
	San Juan Ermita	Jocotán	Camotán
ARRIQUÍN	9530.46	5731.59	7331.50
TUXPEÑO	6375.83	5745.16	4584.31
ICTA B-7	12095.14	11802.98	6229.83
ICTA B-9	12923.91	9161.88	5682.80
ICTA B-15	12387.63	8531.95	6743.27

**Cuadro 25.** Análisis de varianza para la variable rendimiento, Chiquimula, Guatemala, 2018.

	numDF	denDF	F-value	p-value
<b>Localidad</b>	2	29	28.53	<0.0001
<b>Variedad</b>	4	12	5.66	0.0085
<b>Plantas cosechadas</b>	1	29	15.10	0.0005
<b>Localidad: variedad</b>	8	29	3.21	0.0093

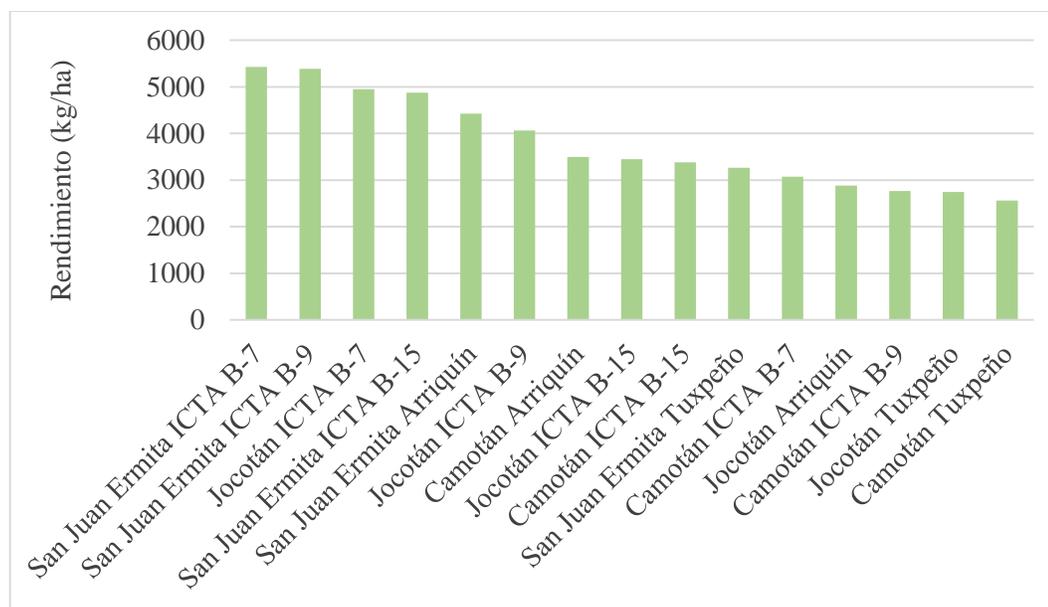
Al analizar los datos se determinó que existe diferencia estadísticamente para la interacción localidad y variedad realizar un análisis de medias por medio de Fisher (0.05). Así mismo, se comprobó que la covariable planta cosechadas si inciden en el rendimiento. Debido a que existe diferencia significativa en la interacción se omite realizar prueba de medias individual para cada factor.

**Cuadro 26.** Prueba de medias de Fisher (0.05) para la variable rendimiento la interacción variedad y localidad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

<b>LOCALIDAD</b>	<b>VARIEDAD</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>E.E.</b>				
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	ICTA B-7	5430.24	356.9	A			
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	ICTA B-9	5390.75	377.59	A			
<b>JOCOTÁN</b>	ICTA B-7	4953.62	371.86	A	B		
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	ICTA B-15	4875.55	406.00	A	B		
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	Arriquín	4427.33	357.32	A	B	C	
<b>JOCOTÁN</b>	ICTA B-9	4060.75	357.48		B	C	D
<b>CAMOTÁN</b>	Arriquín	3500.19	359.08			C	D E
<b>JOCOTÁN</b>	ICTA B-15	3448.69	373.21			C	D E
<b>CAMOTÁN</b>	ICTA B-15	3377.57	365.43				D E
<b>SAN JUAN ERMITA</b>	Tuxpeño	3264.84	368.76				D E
<b>CAMOTÁN</b>	ICTA B-7	3071.81	361.79				D E
<b>JOCOTÁN</b>	Arriquín	2881.53	363.5				E
<b>CAMOTÁN</b>	ICTA B-9	2768.88	359.67				E
<b>JOCOTÁN</b>	Tuxpeño	2742.93	359.08				E
<b>CAMOTÁN</b>	Tuxpeño	2559.08	376.87				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados de la prueba de medias se puede determinar que las variedades ICTA B-7 en la localidad de San Juan Ermita (5,430.24 kg/ha), ICTA B-9 localidad de San Juan Ermita (5,390.75 kg/ha), ICTA B-7 localidad de Jocotán (4,953.62 kg/ha), ICTA B-15 localidad Jocotán (4,875.55 kg/ha) y la variedad Arriquín San Juan Ermita (3,448.69 kg/ha) obtuvieron una media mayor para la variable rendimiento con respecto a los demás tratamientos.



**Figura 10.** Rendimiento promedio para la interacción localidad y variedad, Chiquimula, Guatemala, 2018.

De acuerdo con los resultados mostrados se comprobó estadísticamente que existen diferencias significativas para la interacción localidad y variedad. Siendo así, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

### 7.3. Análisis financiero para la localidad de San Juan Ermita

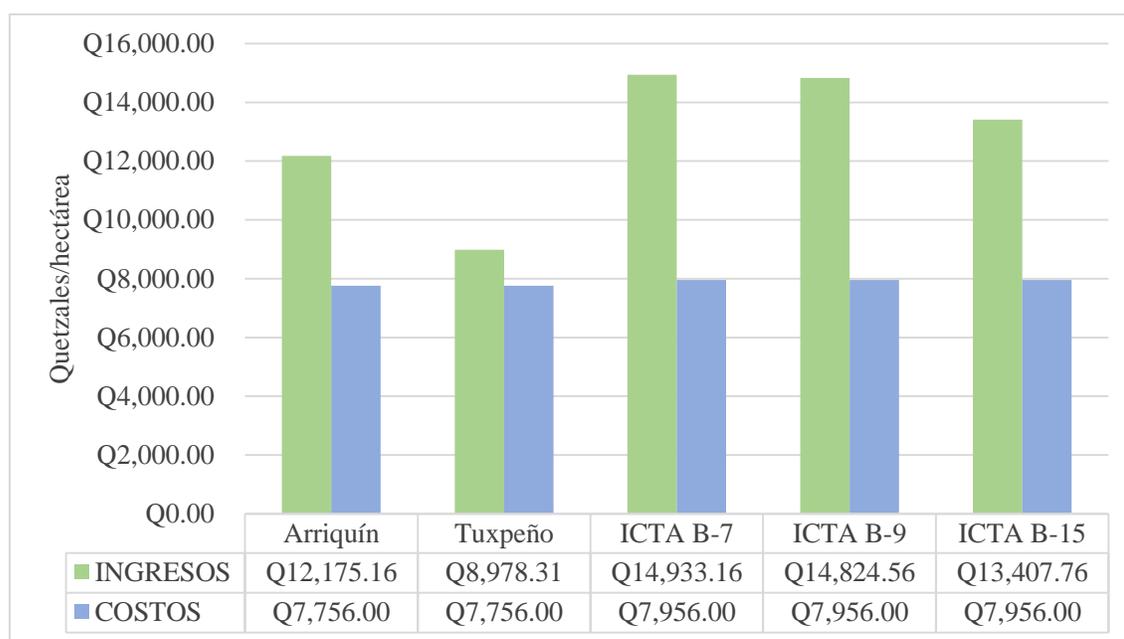
A cada uno de los tratamientos establecidos en la investigación se le realizó el análisis de relación beneficio costo, el cual indica la rentabilidad para cada variedad.

**Cuadro 27.** Ingresos de las cinco variedades por hectárea para un ciclo productivo de maíz para la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala, 2017.

Beneficio monetario	Variedades				
	Arriquín	Tuxpeño	ICTA B-7	ICTA B-9	ICTA B-15
<b>Producción de granos en qq/ha</b>	97	71	119	118	107
<b>precio del mercado</b>	Q 125.00	Q 125.00	Q 125.00	Q 125.00	Q 125.00
<b>Ingreso monetario total</b>	Q 12,125.00	Q 8,875.00	Q14,875.00	Q14,750.00	Q13,375.00

**Cuadro 28.** Evaluación financiera para las variedades de la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	BENEFICIO	COSTOS	BENEFICIO	RELACIÓN	RENTABILIDAD
	BRUTO	NETOS	NETO	B/C	
Arrequín	Q12,175.16	Q7,756.00	Q4,419.16	1.56	56%
Tuxpeño	Q8,978.31	Q7,756.00	Q1,222.31	1.15	15%
ICTA B-7	Q14,933.16	Q7,956.00	Q6,977.16	1.87	87%
ICTA B-9	Q14,824.56	Q7,956.00	Q6,868.56	1.86	86%
ICTA B-15	Q13,407.76	Q7,956.00	Q5,451.76	1.68	68%



**Figura 11.** Ingresos y costos para la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala, 2018.

La relación beneficio costo para las variedades fueron 1.56, 1.15, 1.13, 1.86 y 1.68 para Arrequín, Tuxpeño, ICTA B-7, ICTA B-9, ICTA B-15 respectivamente. La variedad que mayor ganancia genera fue ICTA B-7 el cual indicó que por cada Q1.00 invertido se gana Q0.87.

#### 7.4. Análisis financiero para la localidad de Jocotán

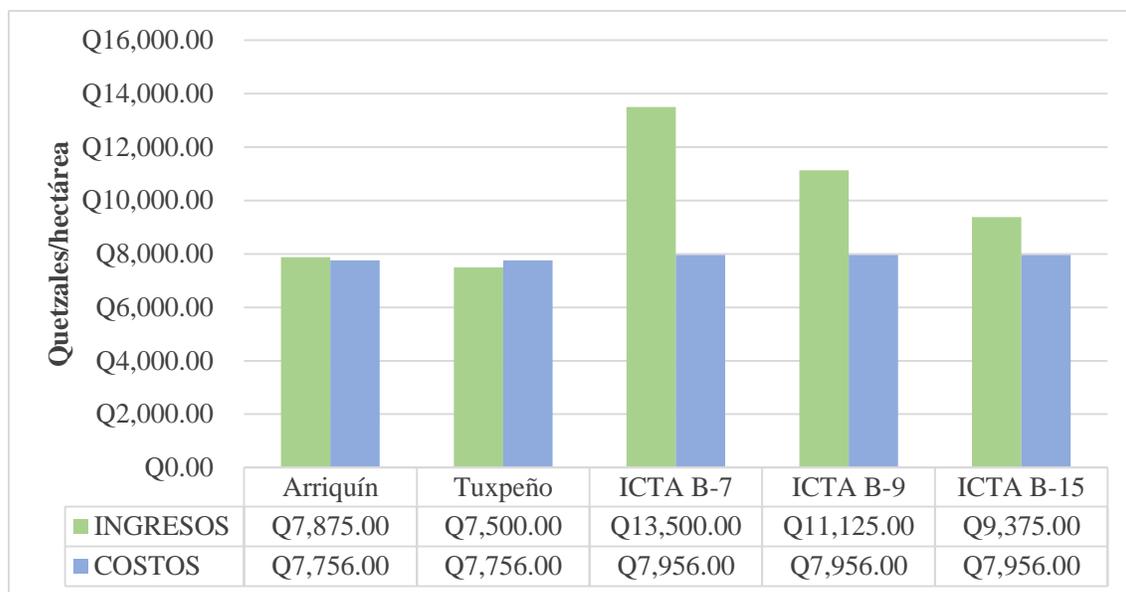
A cada uno de los tratamientos establecidos en la investigación se le realizó el análisis de relación beneficio costo, el cual indica la rentabilidad por cada variedad.

**Cuadro 29.** Ingresos de las cinco variedades por hectárea para un ciclo productivo de maíz para la localidad de Jocotán, Chiquimula, Guatemala, 2017.

	Variedades				
<b>Beneficio monetario</b>	<b>Arriquín</b>	<b>Tuxpeño</b>	<b>ICTA B-7</b>	<b>ICTA B-9</b>	<b>ICTA B-15</b>
<b>Producción de granos en qq/ha</b>	63	60	108	89	75
<b>precio del mercado</b>	Q 125.00	Q 125.00	Q 125.00	Q 125.00	Q 125.00
<b>Ingreso monetario total</b>	Q7,875.00	Q7,500.00	Q13,500.00	Q11,125.00	Q9,375.00

**Cuadro 30.** Evaluación financiera para las variedades de la localidad de Jocotán, Guatemala, 2018.

<b>VARIEDAD</b>	<b>BENEFICIO BRUTO</b>	<b>COSTOS NETOS</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>RELACIÓN B/C</b>	<b>RENTABILIDAD</b>
Arrequín	Q7,875.00	Q7,756.00	Q119.00	1.02	2%
Tuxpeño	Q7,500.00	Q7,756.00	-Q256.00	0.97	-3%
ICTA B-7	Q13,500.00	Q7,956.00	Q5,544.00	1.70	70%
ICTA B-9	Q11,125.00	Q7,956.00	Q3,169.00	1.40	40%
ICTA B-15	Q9,375.00	Q7,956.00	Q1,419.00	1.18	18%



**Figura 12.** Ingresos y costos para la localidad de Jocotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

La relación beneficio costo para los tratamientos fueron 1.02, 0.97, 1.70 ,1.40 y 1.18 para Arriquín, Tuxpeño, ICTA B-7, ICTA B-9, ICTA B-15 respectivamente. La variedad que mayor ganancia genera fue ICTA B-7 el cual indicó que por cada Q1.00 invertido se gana Q0.70.

### 7.5. Análisis financiero para la localidad de Camotán

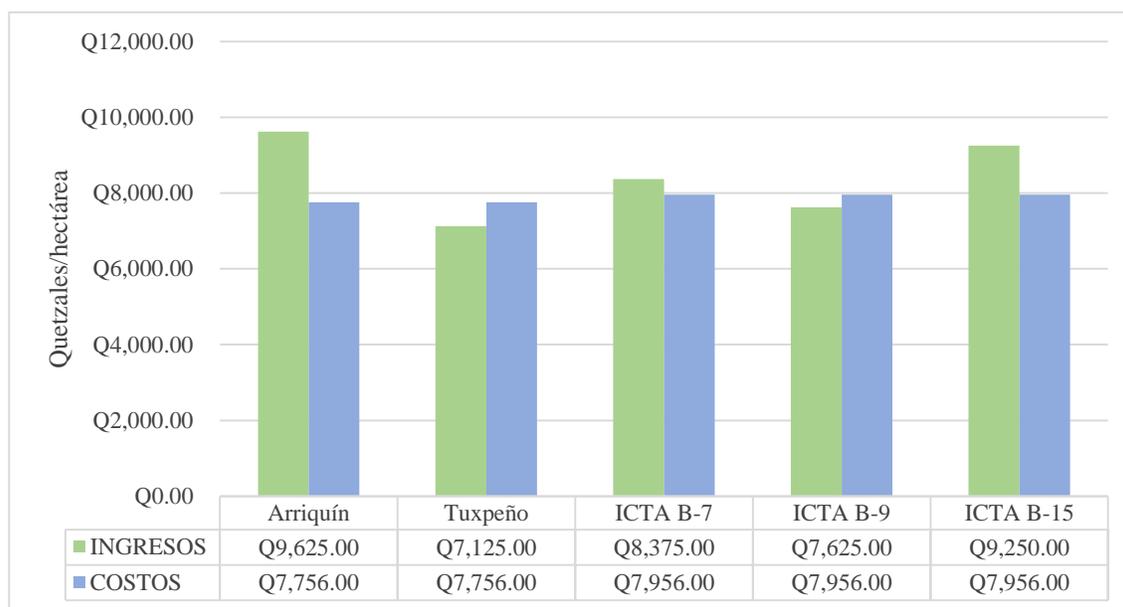
A cada uno de los tratamientos establecidos en la investigación se le realizó el análisis de relación beneficio costo, el cual indica la rentabilidad por cada variedad.

**Cuadro 31.** Ingresos de las cinco variedades por hectárea para un ciclo productivo de maíz para la localidad de Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2017.

Beneficio monetario	Variedades				
	Arriquín	Tuxpeño	ICTA B-7	ICTA B-9	ICTA B-15
Producción de granos en qq/ha	77	57	67	61	74
precio del mercado	Q 125.00	Q 125.00	Q 125.00	Q 125.00	Q 125.00
Ingreso monetario total	Q9,625.00	Q7,125.00	Q8,375.00	Q7,625.00	Q9,250.00

**Cuadro 32.** Evaluación financiera para las variedades de la localidad de Camotán, Guatemala, 2018.

VARIEDAD	BENEFICIO	COSTOS	BENEFICIO	RELACIÓN	RENTABILIDAD
	BRUTO	NETOS	NETO	B/C	
Arrequín	Q9,625.00	Q7,756.00	Q1,869.00	1.24	24%
Tuxpeño	Q7,125.00	Q7,756.00	-Q631.00	0.92	-8%
ICTA B-7	Q8,375.00	Q7,956.00	Q419.00	1.05	5%
ICTA B-9	Q7,625.00	Q7,956.00	-Q331.00	0.96	-4%
ICTA B-15	Q9,250.00	Q7,956.00	Q1,294.00	1.16	16%



**Figura 13.** Ingresos y costos para la localidad de Camotán, Chiquimula, Guatemala, 2018.

La relación beneficio costo para los tratamientos fueron 1.24, 0.92, 1.05, 0.96 y 1.16 para para Arrequín, Tuxpeño, ICTA B-7, ICTA B-9, ICTA B-15 respectivamente. La variedad que mayor ganancia genera fue Arrequín el cual indicó que por cada Q1.00 invertido se gana Q0.24.

## 7.6. Discusión de resultados

Para realizar la investigación se seleccionaron cinco variedades de maíz adaptas a las condiciones agro climatológicas de la región Chortí. Los materiales a evaluar fueron las variedades liberadas por el ICTA (ICTA B-7, ICTA B-9 e ICTA B-15) y dos materiales criollos (Arrequín y Tuxpeño) estas variedades que han sido manejados por bancos comunitarios implementados por la FAO. Las evaluaciones de estos materiales se realizaron en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán; con el fin de determinar el potencial de rendimiento en las condiciones agro climatológicas de la región Chortí.

Para las variables agronómicas el análisis de varianza demostró que para la variable altura de planta si existe diferencia estadísticamente significativa entre las variedades y las localidades. De las tres localidades donde se establecieron los ensayos la localidad con mayor media de altura fue la localidad de Jocotán con 253.00 centímetros, seguidas por las localidades de San Juan Ermita y Camotán una altura de 245.30 y 243.23 centímetros respectivamente. La variedad con mayor altura fue ICTA B-7 con una altura promedio de planta de 260.79 centímetros, seguidas por las variedades Arriquín, ICTA B-9, Tuxpeño con una altura de 255.94, 248.59 y 243.56 centímetros respectivamente y la variedad con menor altura mostrada fue ICTA B-15 con una altura de 277.15 centímetros. Debido a que existe diferencia significativa para los factores localidad y variedades se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

Para la variable diámetro basal el análisis de varianza demostró que existe diferencias estadísticamente significativas entre las localidades y las variedades. La localidad que mayor desarrollo de diámetro basal tuvo fue San Juan Ermita con un diámetro basal medio de 19.78 milímetros, seguidas por las localidades de Jocotán y Camotán con una media de 18.62 y 18.11 milímetros respectivamente. Con respecto a las variedades las variedades con mayor diámetro basal fueron ICTA B-7 con 20.12 milímetros e ICTA B-9 con 19.65 milímetros, seguidas por las variedades Arriquín, Tuxpeño e ICTA B-15 con una media de 18.86, 17.79, 17.76 milímetros respectivamente. Debido a que existe diferencia significativa para los factores localidad y variedades se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

Dardón (1977) menciona que los materiales criollos son precoces y que tienen inconvenientes por ser demasiados altos y por lo tanto susceptibles a acame. La altura promedio de las variedades ICTA B-7 (260.79 cm) y Arriquín (255.94 cm) fue mayor con la altura de Ortega (2017) quien obtuvo una altura promedio para la variedad ICTA B-7 de 174 centímetros y de la variedad Arriquín de 224 centímetros, mayor que Zaparolli (2015) quien obtuvo una altura de planta promedio para ICTA B-7 de 202.48 centímetros. El diámetro basal para la variedad ICTA B-7 (19.78 mm) fue menor con respecto a Zaparolli (2015) quien obtuvo un diámetro basal 27.75 milímetros.

Para la variable altura de mazorca se comprobó que existen diferencias significativas mediante el análisis de varianza para la interacción localidades y variedades. La variedad con mayor altura de mazorca fue Arriquín en la localidad de San Juan Ermita con una altura promedio de (126.88 cm); seguidas por las variedades ICTA B-7 localidad de Jocotán (120.08 cm), Arriquín localidad Jocotán (117.75 cm), ICTA B-15 localidad Jocotán (115.64 cm), ICTA B-9 localidad San Juan Ermita (115.52 cm), ICTA B-7 localidad San Juan Ermita (115.23 cm), Arriquín Camotán (114.83 cm), ICTA B-9 Jocotán (114.79 cm), Tuxpeño Jocotán (113.46 cm), Tuxpeño Camotán (113.21 cm), Tuxpeño San Juan Ermita (112.17 cm), ICTA B-9 Camotán (109.42 cm), y las variedades con menor altura de mazorca fueron ICTA B-7 Camotán (100.79 cm), ICTA B-15 San Juan Ermita (97.88 cm) e ICTA B-15 (96.33 cm). Debido a que existe diferencia significativa para la interacción localidad y variedades se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

En la variable hojas por planta también existieron diferencias estadísticamente significativas para los factores localidad y variedades. La localidad con mayor número de hojas por planta fue San Juan Ermita con una media de 13.45 hojas/planta, seguidas por la localidad Camotán con una media de 12.95 hojas/planta y la localidad con menor número de hojas planta fue Camotán con una media de 12.55 hojas/planta. Los resultados para el factor variedades indica que las variedades ICTA B-9 (13.50 hojas/planta), ICTA B-15 (13.44 hojas/planta), ICTA B-7 (13.42 hojas/planta), Arriquín (13.33 hojas/planta), la variedad con menor número de hojas fue Tuxpeño (13.33 hojas/planta). Debido a que existe

diferencia significativa para los factores localidad y variedades se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

Para los componentes del rendimiento, la variable mazorcas por planta mediante el análisis de varianza se comprobó que existen diferencias estadísticamente significativas para el factor localidad. La localidad con una media mayor de mazorcas por planta fue la localidad de Camotán un promedio de 1.10 mazorcas/planta, seguida por las localidades de San Juan Ermita y Jocotán con una media de 1.04 y 1.03 mazorcas/planta respectivamente. Debido a que existe diferencia significativa para el factor localidad se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

Para la variable largo de mazorca se comprobó que existen diferencias significativas mediante el análisis de varianza para el factor variedades. Las variedades que obtuvieron mazorcas más largas fueron las variedades ICTA B-7 (16.15 cm), ICTA B-9 (15.84 cm), ICTA B-15 (15.47 cm), seguidas por las variedades Arriquín (14.09 cm) y Tuxpeño (13.71 cm), debido a que existe diferencia significativa para el factor variedad se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación. El promedio de largo de mazorca fue mayor en la variedad ICTA B-7 (16.15 centímetros) con la que obtuvo Morales (2016) cuando el largo promedio de mazorca para la misma variedad fue de (13.12 centímetros) un aumento de tres centímetros.

Para la variable rendimiento existieron diferencias estadísticamente significativas en la interacción localidad por variedad demostrados por el análisis de varianza. Las variedades que alcanzaron rendimientos más altos fueron ICTA B-7 en la localidad de San Juan Ermita (5,430.24 kg/ha) e ICTA B-9 localidad de San Juan Ermita (5,390.75 kg/ha), seguidas por ICTA B-7 localidad de Jocotán (4,953.62 kg/ha) e ICTA B-15 localidad Jocotán (4,875.55 kg/ha), seguida por Arriquín San Juan Ermita (3,448.69 kg/ha), seguida por ICTA B-4 Jocotán (4,060.75 kg/ha), estadísticamente las variedades que presentaron menor rendimiento fueron Arriquín Camotán (3,500.19 kg/ha), ICTA B-15 Jocotán (3,448.69 kg/ha), ICTA B-15 Camotán (3,377.57 kg/ha), Tuxpeño San Juan Ermita (3,264.84 kg/ha), ICTA B-7 Camotán (3,071.81 kg/ha), Arriquín Jocotán (2,881.56 kg/ha), ICTA B-9 Camotán (2,768.88 kg/ha), Tuxpeño Jocotán (2,742.93 kg/ha) y Tuxpeño Camotán (2,559.08 kg/ha). Debido a que existe diferencia significativa para la interacción

localidad y variedades se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

El rendimiento promedio en las variedades ICTA B-7 (5,430.24 kg/ha) y Arriquín (3,448.69 kg/ha) fue menor con el rendimiento obtenido por Ortega (2017) quien obtuvo para la variedad ICTA B-7 un rendimiento promedio 4,096.35 kg/ha y para la variedad Arriquín un rendimiento promedio de 4,778.65 kg/ha. Zapparolli (2015) obtuvo un rendimiento para ICTA B-7 de 6,793.33 kg/ha. Los rendimientos obtenidos en esta investigación son mayores con respecto a los rendimientos obtenidos por Lázaro (2015) quien obtuvo para la variedad ICTA B-7 un rendimiento promedio de 1,814 kg/ha y para variedad Arriquín 2,268 kg/ha.

Para la localidad de San Juan Ermita la relación beneficio costo para las variedades fueron 1.56, 1.15, 1.13 ,1.86 y 1.68 para Arrequín, Tuxpeño, ICTA B-7, ICTA B-9, ICTA B-15 respectivamente. La variedad que mayor ganancia genera fue ICTA B-7 lo cual indicó que tiene una rentabilidad del 86%.

Para la localidad de Jocotán la relación beneficio costo para los tratamientos fueron 1.02, 0.97, 1.70 ,1.40 y 1.18 para Arrequín, Tuxpeño, ICTA B-7, ICTA B-9, ICTA B-15 respectivamente. La variedad que mayor ganancia genera fue ICTA B-7 lo cual indicó que tiene una rentabilidad del 70%.

Para la localidad de Camotán a relación beneficio costo para los tratamientos fueron 1.24, 0.92, 1.05, 0.96 y 1.16 para Arrequín, Tuxpeño, ICTA B-7, ICTA B-9, ICTA B-15 respectivamente. La variedad que mayor ganancia genera fue Arrequín lo cual indicó que tiene una rentabilidad del 24%.

## 8. CONCLUSIONES

- Para la variable altura de planta existieron diferencias estadísticamente significativas en los factores localidad y variedades. La localidad con mayor altura promedio fue Jocotán con 253 centímetros y la variedad con una altura promedio mayor al resto fue ICTA B-7 con 260.79 centímetros.
- Para la variable diámetro basal existieron diferencias estadísticamente significativas en los factores localidad y variedades. La localidad con mayor altura promedio fue San Juan Ermita con 19.78 milímetros y las variedades con un diámetro basal promedio mayor al resto fue ICTA B-7 (20.12 milímetros) e ICTA B-9 (19.65 milímetros).
- Para la variable altura de mazorca se comprobó que existen diferencias significativas mediante el análisis de varianza para la interacción localidades y variedades. La variedad Arriquín localidad San Juan Ermita (126.88 centímetros) obtuvo una altura de mazorca mayor al resto.
- Para la variable hojas por planta existieron diferencias estadísticamente significativas para los factores localidades y variedades. La localidad con mayor número de hojas por planta fue la localidad de San Juan Ermita con una media de 13.45 hojas/planta y la variedad con mayor número de hojas fue ICTA B-9 con una media de 13.50 hojas/planta.
- En el número de mazorcas por planta existieron diferencias estadísticamente significativas para el factor localidades. Siendo, la mejor localidad Camotán con una media de 1.10 mazorcas/planta.
- El largo de mazorca existieron diferencias estadísticamente significativas para el factor variedades. Las variedades ICTA B-7 (16.15 centímetros), ICTA B-9 (15.84 centímetros) e ICTA B-15 (15.47 centímetros) obtuvieron un largo mayor con respecto a las variedades criollas.

- En el rendimiento existieron diferencias estadísticamente significativas para la interacción variedad por localidad. Las variedades que obtuvieron un promedio mayor fueron ICTA B-7 (5,430.24 kg/ha) e ICTA B-9 (5,390.75 kg/ha).
- Para las localidades de San Juan Ermita y Jocotán la variedad con mayor beneficio costo fue ICTA B-7. En localidad de San Juan Ermita obtuvo una relación beneficio costo de 1.86 y para la localidad de Jocotán de 1.70.
- Para la localidad de Camotán la variedad Arriquín fue la que mayor beneficio costo obtuvo 1.24.

## 9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para las localidades de San Juan Ermita y Camotán la variedad ICTA B-7 ya que es la que presentó un mayor rendimiento en ambas localidades y una mayor rentabilidad. San Juan Ermita (5,430.34 kilogramos/hectárea y una rentabilidad 86%). Jocotán (4,953.62 kilogramos/hectárea y una rentabilidad 70%).
- Se recomienda para la localidad de Camotán la variedad Arriquín ya que es la que presentó mayor rendimiento con respecto a las demás variedades 3,500.19 kilogramos/hectárea y mayor rentabilidad 24%.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Below, F. s.f. Las 7 Maravillas del Alto Rendimiento en Maíz (en línea). México. INTAGRI. Consultado 22 feb 2018. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/cereales/siete-maravillas-alto-rendimiento-maiz-parte-clima-nitrogeno-hibrido>

Bonilla Morales, N (Comp.). 2008. Manual de recomendaciones del cultivo de maíz (en línea). San José, Costa Rica, INTA. p. 16 – 28. Consultado 02 jul. 2017. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00178.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México (en línea). Puebla, México. 440 p. Consultado el 2 de oct 2017. Disponible en <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/BiodiversidadenPuebla.pdf>

Flores Barahona, EM. 2012. Caracterización morfoagronómica de cinco variedades de maíz criollo (*Zea mays*) en la zona de San Luis Talpa bajo un manejo orgánico (en línea). Tesis Lic. El Salvador. UES. 64 p. Consultado 5 oct 2017. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/1660/1/13101299.pdf>

Fuentes López, MR. 2002. El cultivo de maíz en Guatemala: una guía para su manejo agronómico (en línea). Guatemala, ICTA. 45 p. Consultado 3 jun. 2017. Disponible en <http://www.funsepa.net/guatemala/docs/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>

Fuentes López, MR; Van Etten, J; Ortega Aparicio, A; Vivero Pol, JL. 2005. Maíz para Guatemala: propuesta para la reactivación de la cadena agroalimentaria del maíz blanco y amarillo (en línea). Guatemala, FAO. 80 p. Consultado 6 jul. 2017. Disponible en [https://www.academia.edu/1440711/Ma%C3%ADz\\_para\\_Guatemala\\_propuesta\\_para\\_la\\_reactivaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_cadena\\_agroalimentaria\\_de\\_ma%C3%ADz\\_blanco\\_y\\_amarillo](https://www.academia.edu/1440711/Ma%C3%ADz_para_Guatemala_propuesta_para_la_reactivaci%C3%B3n_de_la_cadena_agroalimentaria_de_ma%C3%ADz_blanco_y_amarillo)

ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 2000. Aspectos generales y guía para el manejo agronómico del maíz en Guatemala. Guatemala, ICTA. 58 p.

ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2017. Encyclopedia of Life (end line). Estados Unidos de América. Consultado 28 sep. 2017. Disponible en <http://www.itis.gov>

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2014. El agro en cifras 2014 (en línea). Guatemala. 59 p. Consultado 26 jun. 2017. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/download/lagro-cifras2014.pdf>

Ortega Paz, GE. 2017. Evaluación de cinco niveles de fertilización con macronutrientes N-P-K, en dos variedades de maíz, finca El Zapotillo, CUNORI, Chiquimula, 2015. Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 63 p.

Zaparolli Carrera, JL. 2014. Efecto de tres dosis de lombricompost aplicadas sin combinar y combinadas con fertilizante químico, para un ciclo productivo del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la finca zapotillo, municipio y departamento de Chiquimula. Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 63 p.

## 11. ANEXOS

### Anexos 1. Etapa de establecimiento de parcelas



Fotografía 1. Establecimiento de parcelas en la localidad de Camotán.



Fotografía 2. Establecimiento de parcelas en la localidad de Jocotán.

## Anexos 2. Fase de crecimiento de los materiales evaluados



Fotografía 3. Desarrollo de las plantas en la localidad de San Juan Ermita



Fotografía 4. Desarrollo de las plantas en la localidad de Camotán

### Anexos 3. Fase de toma de datos y traslado de información a actores locales



Fotografía 5. Medición de diámetro basal en localidad de San Juan Ermita



Fotografía 6. Día de campo en la localidad de Camotán

#### Anexos 4. Fase de cosecha



Fotografía 7. Desgranado manual en localidad de Camotán



Fotografía 8. Medidor de humedad para las muestras seleccionadas de maíz.

