

**CRIA ORIENTE**

**CADENA DE MAÍZ**

**VALIDACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN CULTIVARES DE  
MAÍZ BLANCO, GUATEMALA, 2019.**

**Servio Darío Villela Morataya**

**Bryan José Morales Calderón**

**Diego Gerardo Casasola Ramírez**

**Chiquimula, noviembre 2019.**



**“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”.**

<b>CONTENIDO</b>	
<b>ABSTRACT</b>	7
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	8
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	9
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	10
2.1. Clasificación taxonómica del maíz	10
2.2. Requerimientos del suelo en el cultivo de maíz	10
2.2.1. Influencia del fotoperiodo en el cultivo de maíz	10
2.2.2. Requerimiento de agua en el cultivo de maíz	11
2.2.3. Requerimiento nutricional del cultivo de maíz	11
2.3. Densidades de siembra en maíz	12
2.4. Efecto de la densidad de siembra de maíz en el rendimiento	12
2.5. Efecto de la densidad de siembra en las plagas y enfermedades	14
2.6. Efecto de la densidad de siembra de maíz en la proliferación de maleza	14
2.7. Investigaciones relacionadas con densidades de siembra en el cultivo de maíz	14
2.8. Validación de tecnología	15
<b>3. OBJETIVOS</b>	17
3.1. General	17
3.2. Específicos	17
<b>4. HIPÓTESIS</b>	17
<b>5. METODOLOGÍA</b>	17
5.1. Localidad y época de siembra	18
5.2. Diseño experimental	18
5.3. Modelo estadístico	18
5.3.1. Para parcelas pareadas	18
5.4. Tamaño de la parcela de prueba	19
5.5. Toma de datos	19

5.6.	Variables respuesta	19
5.6.1.	Rendimiento del cultivo expresado en kilogramos por hectárea	19
5.7.	Análisis de la información	20
5.8.	Manejo del experimento	20
5.8.1.	Cosecha	20
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>21</b>
6.1.	Rendimiento de grano	21
6.2.	Análisis de pre-aceptabilidad	22
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>24</b>
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>24</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>25</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>27</b>

## **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

**VALIDATION OF PLANTING DENSITIES IN WHITE CORN CULTIVARS,  
GUATEMALA, 2019.**

Ing. Agr. Servio Darío Villela Morataya

Ing. Agr. Bryan José Morales Calderón

Diego Gerardo Casasola Ramírez

**ABSTRACT**

The validation and transfer of technology are indispensable processes. To achieve this, the technology test plots are implemented with the objective of determining the impact on the improvement of the yield of the crop in question, under the conditions of technology and agroclimatic conditions of the different areas of the region, in addition to knowing the farmer's opinion to identify the feasibility of the proposed technology. In this case, the density of 88,888 plants / hectare was validated, through the management of twenty validation plots in different locations in the municipality of Chiquimula, San Jacinto, Quezaltepeque, San Juan Ermita, Jocotán, Camotán and Ipala in the department of Chiquimula . The plots were established in the months of May and June, with the objective of obtaining performance data in the months of September and October. The performance data of the proposed density to be validated and the densities used by the farmer were obtained, as well as the impressions by local producers of the technology to be validated. The results of the statistical analysis indicate that there are differences in superior yield of the density of 88,888 plants / hectare with respect to the densities used by local producers. In addition, the local producers who supported the project showed a high level of pre-acceptability, so they plan to continue using and recommending the technology generated by the CRIA Program

## **VALIDACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN CULTIVARES DE MAÍZ BLANCO, GUATEMALA, 2019.**

### **RESUMEN EJECUTIVO**

La validación y transferencia de tecnología son procesos indispensables. Para lograrlo, se implementan las parcelas de prueba de la tecnología con el objetivo de determinar el impacto en el mejoramiento de rendimiento del cultivo que se trate, bajo las condiciones de tecnología y condiciones agroclimáticas de las diferentes zonas de la región, además de conocer la opinión del agricultor para identificar la viabilidad de la tecnología propuesta. En este caso se tuvo en validación la densidad de 88,888 plantas/hectárea, a través del manejo de veinte parcelas de validación en distintas localidades del municipio de Chiquimula, San Jacinto, Quezaltepeque, San Juan Ermita, Jocotán, Camotán e Ipala del departamento de Chiquimula. Las parcelas fueron establecidas en los meses de mayo y junio, con el objetivo de obtener datos de rendimiento en los meses de septiembre y octubre. Se obtuvieron los datos del rendimiento de la densidad propuesta a validar y las densidades utilizadas por el agricultor, así como, las impresiones por parte de los productores locales de la tecnología a validar. Los resultados del análisis estadístico indican que existen diferencias de rendimiento superior de la densidad de 88,888 plantas/hectárea con respecto a las densidades utilizadas por los productores locales. Además, los productores locales que apoyaron al proyecto manifestaron un alto nivel de pre-aceptabilidad, por lo que piensan seguir utilizando y recomendar la tecnología generado por el Programa CRIA.

## 1. INTRODUCCIÓN

Guatemala constituye uno de los centros de origen y variación del maíz a nivel mundial, donde la población necesita suficiente maíz para su alimentación, cuya dieta depende principalmente de este grano. El maíz constituye una de las principales fuentes de alimentación básica para la población guatemalteca. Aporta aproximadamente 45% de las calorías de la dieta diaria per cápita y su cultivo ocupa en importancia el primer lugar entre los granos básicos (Fuentes, et al. 2005).

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.

Fuentes (2002) indica que una de las razones fundamentales de los bajos rendimientos de maíz en condiciones tropicales está relacionada a bajas densidades. El agricultor tradicional ha manejado durante mucho tiempo las mismas densidades de siembra, que al final ha limitado el potencial de producción del cultivo, llevándolo a un bajo rendimiento y por ende a la obtención de bajos ingresos económicos.

Conocer el distanciamiento apropiado entre plantas y el total de plantas por hectárea es importante, ya que es determinante en el rendimiento del maíz. Al utilizar semilla de más, no solo, no incrementa la cosecha, sino que incide en costos de producción que al final solo reducen la rentabilidad (Reyes, 2013).

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Clasificación taxonómica del maíz**

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

### **2.2. 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 cinc Zn. El maíz es medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego (Bonilla, 2008).

#### **2.2.1. 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).

### 2.2.2. 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).

### 2.2.3. Requerimiento nutricional del cultivo de maíz

Las concentraciones de nutrientes minerales varían, tanto entre especies como entre cultivares. Dependen, además, del tipo de tejido y edad de la planta. La presente Tabla da una aproximación de las cantidades de nutrientes o dosis de fertilizante que pueden ser aplicadas a un cultivo de maíz.

**Cuadro 1.** Requerimientos nutricionales de macronutriente en el cultivo de maíz, para obtener un rendimiento de 6,000 kilogramos/hectárea.

Macro nutriente	Requerimiento	Absorción	Aplicación
<b>Nitrógeno (N)</b>	195 kg/ha	En forma nítrica (NO <sub>3</sub> ) a ritmo lento	Primera 40%
			Segunda 40%
			Tercera 20%
<b>Fósforo (P)</b>	80 kg/ha	Tardada	Primera 80%
			Segunda 20%
<b>Potasio (K)</b>	130 kg/ha	Lento al principio y rápida después	Primera 20%
			Segunda 80%

(Fuentes, 2002)

Fuentes (2002) menciona que 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 6,000 y 9,000 kilogramos/hectárea.

### **2.3. Densidades de siembra en maíz**

La elección de una correcta densidad de plantas es determinante para lograr altos rendimientos en maíz; debe ir alineada con la oferta de recursos que nos ofrece el ambiente y para ello, resulta conveniente analizar variables de manejo agronómico tales como: calidad ambiental, fecha de siembra y tipo de híbrido utilizado (Sciarretta, 2014).

De acuerdo a diferentes evaluaciones se han encontrado densidades óptimas que favorecen a que los genotipos puedan mostrar su potencial de rendimiento y puedan adaptarse a las condiciones de manejo de los agricultores. Para siembras manuales, las distancias recomendadas son de 75 a 80 centímetros (cm) entre surcos y 40-50 centímetros entre postura, colocando dos y tres granos por postura en forma alterna (Fuentes, 2002).

Bajo este sistema se necesitan 25 a 30 libras de semilla por manzana. Si la siembra es mecanizada, se utilizan las mismas distancias de siembra entre surcos (75-80 cm) y se gradúa la sembradora a manera de colocar cinco semillas por metro lineal (Fuentes, 2002).

### **2.4. Efecto de la densidad de siembra de maíz en el rendimiento**

La regla es que a mayor densidad de siembra se produce menor cantidad de kilos por planta con frutos de menor tamaño, pero como son más individuos sembrados se obtiene mayor rendimiento en los cultivos por hectárea (Hernández, s.f).

En el caso de la producción de granos como el maíz es interesante subir la densidad de siembra al máximo, ya que no nos interesa el tamaño de la mazorca que va a ser más pequeña, lo que nos interesa en este caso es la cantidad de granos cosechados (Hernández, s.f).

Sin embargo, si la producción es para producir mazorcas para consumo fresco como en la elaboración de sopas y sancochos, es interesante sembrar a baja densidad de siembra por ejemplo 20.000 plantas por hectárea para conseguir mazorcas más grandes y vistosas para los clientes finales. Incluso se llegan a cosechar dos mazorcas comerciales por planta, cosa que se dificulta a altas densidades de siembra (Hernández, s.f).

El maíz tiene una capacidad limitada para compensar una baja densidad de plantas a través de una mayor superficie de sus hojas, a diferencia de especies con mayor plasticidad fenotípica como el girasol (expansión foliar muy variable), la soja (capacidad de ramificar) o el trigo (capacidad de macollar). En consecuencia, las bajas densidades afectan significativamente la captura de luz y, por lo tanto, el crecimiento del cultivo (Eyhérbide, s.f.).

El maíz presenta una notable respuesta al aumento de la densidad en términos de producción de biomasa como resultado de una mayor captura de luz por el cultivo. Esto es así mientras el número de plantas no supere aquel que permite la cobertura total del suelo al inicio del período crítico. Incrementos ulteriores en la densidad no mejorarán la producción total de biomasa, ya que el mayor número de plantas será compensado por una disminución tal en la tasa de crecimiento de las mismas que puede conllevar la aparición de individuos estériles o de muy bajo número de granos (Eyhérbide, s.f.).

El componente del rendimiento más afectado por la densidad es el número de granos que alcanzan la madurez. El número de granos logrados por planta en maíz está en estrecha relación con el crecimiento de la misma durante la floración, la que se reduce con incrementos en la densidad. La forma de la función de respuesta refleja la escasa plasticidad reproductiva del maíz en baja densidad, donde el número máximo de flores formadas en la espiga limita el aumento del número de granos logrados, cuando las plantas crecen a altas tasas (correspondientes a muy bajas densidades) (Eyhérbide, s.f.).

Según (Estrada 2006), al incrementar la densidad de siembra, se obtienen plantas más altas, más elotes por hectárea, pero de menor longitud y menor peso unitario; sin embargo, la reducción de la longitud y peso de los elotes frescos, aunque estadísticamente es significativa, comercialmente no tiene relevancia. Es importante indicar que el número de elotes de primera calidad por hectárea no es afectado por el nivel de fertilización; sin embargo, el rendimiento en kilogramos por hectárea de elotes de primera calidad si es afectado significativamente por el nivel de fertilización.

## **2.5. Efecto de la densidad de siembra en las plagas y enfermedades**

Al haber alta densidad poblacional, la humedad ambiental permanece más tiempo en el follaje y permite el desarrollo de las enfermedades con mayor severidad. Otro factor lo tenemos en la penetración de insecticidas en el follaje, donde se dificulta su ingreso en altas poblaciones de plantas en comparación de plantas con follaje más distanciado, esto permite el escape de las plagas y se desata el daño al cultivo (Hernández, s.f).

## **2.6. Efecto de la densidad de siembra de maíz en la proliferación de maleza**

En el caso del maíz, se presenta la particularidad que cuando la cosecha es de granos secos que es la normal, las malezas se ven restringidas mientras el follaje del maíz está verde y en activo crecimiento, pero al comenzar el secado de granos, si caen lluvias proliferan malezas que llegan a entorpecer el trabajo de las cosechadoras. Esto ocurre porque el maíz deja de consumir los recursos del suelo y abre la ventana para que se desarrollen las malezas (Hernández, s.f).

En resumen, a mayor densidad de siembra menor es la incidencia de malezas, sembrar a bajas densidades para mejorar el desarrollo de las plantas individuales no tiene sentido si no se hace un adecuado control de malezas (Hernández, s.f).

## **2.7. Investigaciones relacionadas con densidades de siembra en el cultivo de maíz**

Morales (2017) evaluó dos materiales de maíz (ICTA B-7 y DEKALB 390). Las densidades de siembra utilizadas fueron 37,037; 44,444; 74,074; 88,888; 148,148; 177,777 plantas/hectárea. Dos distanciamientos entre surcos (75 y 90 centímetros), dos distanciamientos entre plantas (15 y 30 centímetros) y plantas por postura (1 y 2 plantas). El análisis estadístico demostró que existieron diferencias significativas, en la variable rendimiento. Para ambos cultivares evaluados el tratamiento que provocó mayor rendimiento fue el número ocho, con una densidad de 88,889 plantas/ha (75 centímetros de distanciamiento entre surcos, 30 centímetros entre posturas y 2 plantas por postura). El híbrido DK-390 obtuvo un rendimiento de 11,513.55 kilogramos/hectárea y la variedad ICTA B-7 alcanzó un rendimiento de 7,275.13 kilogramos/hectárea.

## **2.8. Validación de tecnología**

Al igual que cualquier proceso de investigación, la validación de tecnologías puede realizarse para una tecnología en particular o para varias, que pueden o no estar ligadas entre sí. Por ejemplo, la validación de una tecnología simple puede consistir en validar una nueva variedad de maíz. Evidentemente la introducción de una o varias tecnologías producirá efectos de mayor o menor grado en otros aspectos de la finca; por esta razón, el entendimiento de las diversas relaciones que rigen el sistema finca es fundamental para lograr una intervención exitosa (Radulovich, 1993).

En el proceso de validación de una nueva tecnología, es el productor quien maneja la tecnología y los técnicos –investigadores– solamente observan y anotan. No es exageración decir que el productor es uno de los investigadores en la validación, y obtener sus impresiones y preferencias sobre la nueva tecnología es fundamental en la consolidación de los datos obtenidos por otros medios. El ensayo de validación utiliza prácticas experimentales sencillas, un ensayo de esta naturaleza no es para determinar la rigurosidad científica de las diferencias significativas entre tratamientos, sino que determinar las suficientes evidencias prácticas para despejar la hipótesis planteada.

En cualquier ensayo de campo se requiere hacer un análisis estadístico que obliga a organizar los datos agronómicos y económicos obtenidos en campo, y permita una mayor seguridad al momento de interpretar los resultados, sobre todo en cuanto a la pregunta crucial si la tecnología nueva o introducida supera o no la tecnología local en aspectos previamente definidos.

La validación de tecnologías forma parte de la metodología de investigación en sistemas de producción y se utiliza en diversas partes del mundo (por eje. Navarro, 1979 para Centroamérica; Scherr, 1991 para Africa; Tybirk y Remme, 1993 para los Andes). Los objetivos de la validación de tecnologías que son básicamente compartidos por los diferentes autores, has sido sumarizados por Radulovich y Karremans (1992) como:

- Producir información en un contexto real sobre los efectos que una tecnología puede tener en los sistemas objeto. Esto definirá la conveniencia de transferir una tecnología, en función tanto de las ventajas productivas, socioeconómicas y ambientales que ofrece, como del tipo de productores que se pueden beneficiar de ella.
- Producir información sobre el esfuerzo de extensión que se necesitara para posteriormente transferir la tecnología a productores, una vez validada. En este sentido, la validación es también una investigación sobre transferencia.

Es necesario aclarar que, aunque la validación emplea como herramienta diversos elementos de extensión, un observador no enterado puede confundir un ejercicio de validación con uno de extensión. La validación de tecnologías es investigación previa a, y para la extensión al respecto y tal vez como casual parcial de la confusión, la validación de tecnologías ha sido asociada con transferencia y desarrollo en términos tales como validación/transferencia (Navarro 1986).

Por otra parte, tradicionalmente se ha visto la validación de alguna tecnología como el paso final en el proceso de investigación cuando una tecnología es llevada a los productores para evaluar su pertinencia en el contexto mismo del usuario potencial. Así antes de someter una tecnología promisorio a difusión masiva, se obtiene información sobre como funcionara al ser manejada por los productores (Jan A.J karremans, 1993).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. General**

Generar tecnología que contribuya al incremento de la producción por unidad de área del cultivo en las zonas de producción de maíz del oriente de Guatemala, a través de la validación de una densidad de siembra.

#### **3.2. Específicos**

- Comparar el rendimiento de maíz producido bajo una densidad de 88,888 plantas por hectárea, con la densidad utilizada por el productor, bajo condiciones de manejo en su finca.
- Determinar el nivel de aceptabilidad de los productores con relación a las características mostradas por el cultivo, bajo la densidad propuesta y manejo del agricultor.

### **4. HIPÓTESIS**

Ha: La densidad de siembra en el cultivo de maíz blanco propuesta superará significativamente en rendimiento a la utilizada por el productor.

### **5. METODOLOGÍA**

La actividad se desarrolló, de acuerdo con el esquema metodológico de generación de tecnología del ICTA, por medio de parcelas de prueba. Estas parcelas fueron conducidas por el agricultor. En las parcelas de prueba el aspecto más relevante es que el agricultor evaluó la tecnología.

Lo importante es que el agricultor condujo la parcela de prueba y únicamente contó con la orientación por parte de los investigadores del Programa CRIA. En la conducción de la parcela de prueba todos los gastos de insumos y mano de obra fueron proporcionados por

el Programa CRIA, con ello se aseguró la participación activa del agricultor en todo el proceso de generar, probar y evaluar la tecnología.

Las parcelas de prueba se condujeron bajo la modalidad por separado, con un tratamiento y se seleccionó como tratamiento comparativo una parcela de las mismas dimensiones, escogida al azar dentro del campo de agricultor, con la variedad o híbrido utilizado por el agricultor y las densidades a evaluar.

### **5.1. Localidad y época de siembra**

En la validación de tecnología se busca representar la realidad de los agricultores, por lo que se escogerán localidades que representen el área del corredor seco de Guatemala. En cada parcela de validación se obtendrá información biofísica y socioeconómica, de manera que se permita concluir y dar recomendaciones para un mayor número de productores.

Cada parcela se estableció en terrenos con condiciones similares y que cuenten con algún sistema de riego. La parcela será manejada por parte del productor, mientras que los investigadores brindarán asistencia técnica para asegurar un buen desarrollo del cultivo. Las parcelas se establecieron en el mes de mayo y se cosecharon durante los meses de septiembre y octubre del año 2019.

El total de parcelas de prueba establecidas fueron veinte, distribuidas dentro del departamento de Chiquimula.

### **5.2. Diseño experimental**

Sin diseño experimental (se analizaron los datos de rendimiento con prueba T para observaciones pareadas).

### **5.3. Modelo estadístico**

#### **5.3.1. Para parcelas pareadas**

El modelo estadístico que se utilizó evaluar las parcelas pareadas es el siguiente:

Prueba *t de Student* para parcelas pareadas:

$$t = \frac{d}{S_d}$$

Donde:

$t$  = valor de *t de Student*.

$d$  = promedio de las diferencias de rendimiento entre cultivar y variedad local.

$S_d$  = error estándar de las medias de las diferencias entre rendimiento.

#### **5.4. Tamaño de la parcela de prueba**

Tanto la parcela con la tecnología a validar, como la parcela cultivada de la manera tradicional del agricultor, tenían un área experimental de 0.044 ha o 441 m<sup>2</sup>, correspondiente a una “tarea” de terreno.

#### **5.5. Toma de datos**

1. Durante la cosecha se determinó el rendimiento total de grano de la parcela de investigación y la parcela del productor.
2. Posteriormente se visitó nuevamente al productor para conocer su pre-aceptación o no de la validación de la densidad de 88,888 plantas/ha.

#### **5.6. Variables respuesta**

##### **5.6.1. Rendimiento del cultivo expresado en kilogramos por hectárea**

Después de ser cosechadas las mazorcas de cada unidad experimental se obtuvo el peso de las mismas. Posteriormente se tomaron muestras para determinar el porcentaje de humedad

al momento de la cosecha. Finalmente, el peso total de las mazorcas (peso de campo) fue corregido por el factor de humedad.

### **5.7. Análisis de la información**

Los resultados de rendimientos de grano en kilogramos por hectárea, serán sometidos al análisis estadístico por el método de t de Student para determinar existencia de diferencias entre el rendimiento de la densidad propuesta para la validación y la densidad utilizada por el agricultor.

### **5.8. Manejo del experimento**

Debido a la modalidad de la parcela de prueba, el manejo de las parcelas se hizo conforme el tipo de manejo de cada agricultor colaborador.

#### **5.8.1. Cosecha**

Cuando la planta alcanzó la madurez fisiológica se procedió a realizar la dobla de la misma, posteriormente fue cosechada y desgranada para realizar la cuantificación del peso del grano.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Rendimiento de grano

En total se establecieron 20 parcelas de prueba en el departamento de Chiquimula, de las cuales se obtuvieron datos válidos para el estudio de 19 parcelas, ya que en una fue reportada con problemas.

**Cuadro 2.** Listado de productores, localidades, materiales y rendimientos en Kg/ha obtenidos en las parcelas de prueba de la validación, Chiquimula, 2019.

NO.	Productor	UBICACIÓN			RENDIMIENTO KG/HA	
		Localidad	Municipio	Material	Productor	Validación
1	Rita Acevedo	Julumichapa	Ipala	DK-390	3313.25	4476.52
2	Rita Acevedo	Julumichapa	Ipala	DK-390	3199.00	3687.16
3	Abelardo Villafuerte	Ipala	Ipala	JC25	3295.45	4431.82
4	Edgar Zeceña	Chiquimula	Chiquimula	DK-390	6363.63	7096.59
5	Daniel Guerra	El Zapote	San Jacinto	HB-83	2835.48	4154.55
6	Junior Cardona	El Zapote	San Jacinto	DK-390	3666.39	4341.50
7	Donell Castañeda	San Nicolas	Quezaltepeque	ICTA B-7	3635.23	4466.14
8	Ernesto Jordán	San Juan Ermita	San Juan Ermita	ICTA B-7	3074.36	3131.49
9	Marco Lemus	San Juan Ermita	San Juan Ermita	ICTA B-7	3842.95	4362.27
10	Octavio Gutiérrez	Los Vados	Jocotán	DK-390	4590.77	5110.09
11	Daniel Buezo	Los Vados	Jocotán	-	-	-
12	Socorro Guerra	Los Vados	Jocotán	ICTA B-7	3560.45	3365.18
13	Guillermo Gutiérrez	Agua Fria	Camotán	DK-390	4694.64	5141.25
14	Guillermo Gutiérrez	Agua Fria	Camotán	DK-390	4414.20	4943.91
15	Elmer Ramírez	Agua Fria	Camotán	JC24	3676.77	3842.95
16	Bernardo Buezo	Pajcó	Camotán	ICTA B-7	3448.27	3739.09
17	Héctor Hernández	Camotan	Camotán	Arrequín	2368.09	2477.15
18	Erlin Jiménez	Jocotán	Jocotán	H5	3219.77	3635.23
19	Manuel Rodríguez	Camotán	Camotán	Arrequín	2804.32	2887.41
20	Wilfredo Portillo	Jocotán	Tesoro Abajo	ICTA B-7	3479.43	3946.82

El estudio contempló como variable de respuesta al rendimiento en grano de la densidad propuesta para la validación la cual es de 88,888 plantas/ha comparada con la densidad utilizada por el agricultor, expresada en kg/ha.

De acuerdo con el resultado del análisis estadístico por medio de la Prueba de T con un nivel de significancia de 0.05 para la variable rendimiento de grano en kg/Ha, realizado utilizando como herramienta el programa InfoStat, se determina que se rechaza la hipótesis nula, ya que se manifiestan diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos evaluados, dado que se obtuvo un valor de T (bilateral) de 0.0001, con medias de rendimiento de 3961.86 kg/Ha para la densidad propuesta de 88,888 plantas/ha y de 3474.12 kg/Ha para el testigo (densidad del agricultor), indicando a la vez que la densidad validada presenta rendimientos superiores a los densidades utilizadas por los agricultores locales. En el Cuadro 3 se presentan los datos obtenidos del análisis estadístico.

**Cuadro 3.** Resultados de la Prueba T para muestras independientes, para rendimiento en Kg/ha.

<b>Obs (1)</b>	<b>Obs (2)</b>	<b>N</b>	<b>media (dif)</b>	<b>Media (1)</b>	<b>Media (2)</b>	<b>DE (dif)</b>	<b>T</b>	<b>Bilateral</b>
Densidad propuesta	Testigo local	20	487.73	3961.86	3474.12	405.97	5.37	<0.0001

## 6.2. Análisis de pre-aceptabilidad

En el Anexo 1, se presenta el modelo de la boleta de pre-aceptabilidad que se utilizó al fin del ciclo de la parcela de validación con los agricultores colaboradores, con la finalidad de conocer el primer impacto de la tecnología generada, en este caso validar la densidad de 88,888 plantas/ha.

Con base a la información generada por 19 de los 20 agricultores que cultivaron las parcelas de validación se tienen las respuestas a 7 preguntas básicas de pre-aceptabilidad. Los resultados se presentan a continuación en el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Resumen de los resultados obtenidos sobre las respuestas de los agricultores colaboradores con respecto a la boleta de pre-aceptabilidad.

Pregunta	Niveles de respuesta
1 ¿Cómo califica “la tecnología” propuesta por el Programa CRIA?	Excelente: 35%; Buena: 50% Regular: 15%
2 ¿Qué problemas o desventajas presentó para usted “la tecnología” probada en su sistema de cultivo?	Ninguna = 100%
3 ¿Qué ventajas observa en “la tecnología” probada por el Programa CRIA?	Mayor rendimiento = 100%
4 ¿Cumple “la tecnología” probada por el Programa CRIA sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Si = 100% No = 0%
5 ¿Haría modificaciones a “la tecnología” probada por el Programa CRIA?	Si= 20 No = 80 %
6 ¿Le recomendaría “la tecnología” probada a otro productor?	Si = 100% No = 0%
7 ¿Utilizará “la tecnología” del Programa CRIA para su próximo ciclo de cultivo?	Si = 40% Talvez= 60%
8 Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre la tecnología probada por el Programa CRIA	Ninguna

## **7. CONCLUSIONES**

- La densidad de 88,888 plantas/hectárea supera en rendimiento de grano a las densidades utilizadas por los agricultores locales del departamento de Chiquimula que apoyaron en la validación.
- Los agricultores locales colaboradores manifestaron su pre-aceptabilidad con los rendimientos obtenidos con la validación de la densidad de 88,888 plantas/hectárea.

## **8. RECOMENDACIONES**

- Se considera que la densidad propuesta de 88,888 plantas/ha es una buena alternativa para los productores de maíz blanco de la región maicera de Chiquimula, ya que además de superar en rendimiento a la densidad utilizada por el productor, satisface las expectativas de los mismo, por lo que se recomienda realizar la difusión de la tecnología.

## 9. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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> (NORMAS APA)
- 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>
- Estrada García, J. 2006. Evaluación de cinco densidades de siembra y dos niveles de fertilización en tres híbridos de maíz dulce (*Zea mays* L. Poaceae), Quezada, Jutiapa. Tesis Lic. Jutiapa, Guatemala, URL. 93 p.
- Eyhérbide, GH. s.f. Bases para el manejo del cultivo de maíz (en línea). Buenos Aires, Argentina, INTA. p. 44-54. Consultado 24 jun 2017. Disponible en [http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_bases\\_para\\_el\\_manejo\\_de\\_maiz\\_reglon\\_100-2\\_2.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maiz_reglon_100-2_2.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%](https://www.academia.edu/1440711/Ma%C3%99)

ADz\_para\_Guatemala\_propuesta\_para\_la\_reactivaci%C3%B3n\_de\_la\_cadena\_agroalimentaria\_de\_ma%C3%ADz\_blanco\_y\_amarillo

Hernández, F. s.f. La densidad de siembra de los cultivos (en línea, sitio web). Consultado 27 julio. 2017. Disponible en [http://www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad\\_de\\_siembra.html](http://www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad_de_siembra.html)

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/1agro-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.

## 10. ANEXO

## Anexo 1. Boleta de evaluación de pre-aceptabilidad de tecnología validada

Tecnología probada		No. Boleta:	
Coordenadas geográficas		Lat:	Long:
Nombre del Agricultor		Responsable:	
Localización de la parcela		Fecha:	
Comunidad:		Observaciones:	
Municipio:		Excelente ( )	
Departamento:		Bueno ( )	
1	¿Cómo califica "la tecnología" propuesta por ICTA?	Regular ( )	
		Malo ( )	
		Muy malo ( )	
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted "la tecnología" probada en su sistema de cultivo?		
3	¿Qué ventajas observa en "la tecnología" probada por ICTA?		
4	¿Cumple "la tecnología" probada por ICTA sus expectativas en rendimiento del cultivo?	sí ___ No ___ por qué	
5	¿Haría modificaciones a "la tecnología" probada por ICTA?	sí ___ No ___ por qué	
6	¿Le recomendaría "la tecnología" probada a otro productor?	sí ___ No ___ por qué	
7	¿Utilizará "la tecnología" de ICTA para su próximo ciclo de cultivo?	Observaciones:	
		Probablemente sí ( )	
		Definitivamente sí ( )	
		Probablemente no ( )	
		Definitivamente no ( )	
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre "la tecnología" probada por ICTA		

## Anexo 2. Establecimiento de parcelas



### Anexo 3. Siembra de parcelas



#### Anexo 4. Desarrollo vegetativo de parcelas de validación



**Anexo 5. Apoyo a los actores locales del departamento de Chiquimula.**



**Anexo 6. Producción de mazorcas**

## Anexo 7. Día de campo con actores locales de la región Chortí



## Anexo 8. Proceso de cosecha y toma de datos



