

# CRIA

## *Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*

*Tomate: evaluación de materia orgánica para su cultivo  
bajo condiciones de macrotúnel, en dos localidades del  
departamento de San Marcos.*

**3** regiones • **7** departamentos • **13** productos • **18** cadenas





**CRIA**

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



# *Tomate: evaluación de materia orgánica para su cultivo bajo condiciones de macrotúnel, en dos localidades del departamento de San Marcos.*

ASESORES:

INV. PRINCIPAL IVÁN LENIN MONTEJO SIERRA/ESTACIÓN EXPERIMENTAL INDIO HATUEY, UNIVERSIDAD DE MATANZAS CUBA

INV. ASOCIADO LEONEL ALFREDO OROZCO/CUSAM

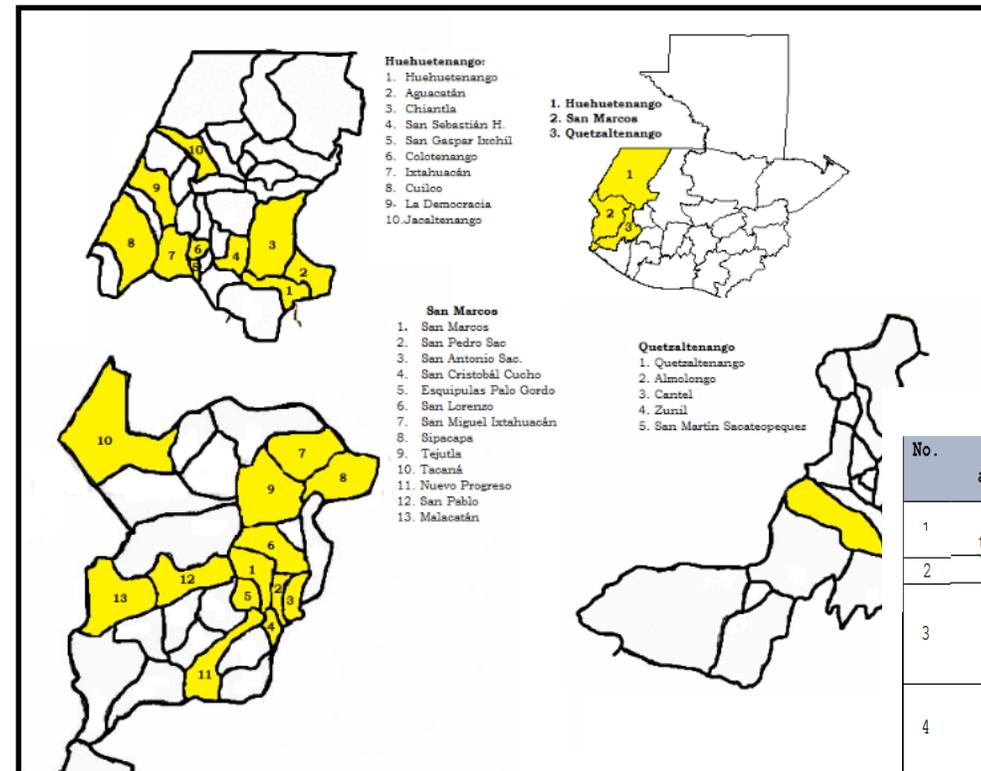
AUXILAR DE INVESTIGACIÓN. EDUARDO BENJAMÍN LÓPEZ VELÁSQUEZ/CUSAM

COORDINADOR DE CADENA FREDY PÉREZ MONZÓN





Imagen No. 1. Territorio de producción de tomate



Cuadro 2: Tratamiento del testigo químico.

#### 6.4 Temas identificados para la formulación de proyectos de investigación en la agrocadena del tomate

En la siguiente tabla se presentan los temas para la formulación de proyectos de investigación, los cuales están ordenados de acuerdo al puntaje obtenido en la **Matriz de selección de opciones, utilizando el sistema de puntaje (Ver anexo 1.3)**

Tabla No. 10 Priorización de temas para proyectos de investigación en la agrocadena del tomate

No.	Temas para la formulación de proyectos de Investigación	Punteo
1	Evaluación de fuentes adecuadas de materia orgánica para la producción de tomate	119,57
2	Desarrollo de variedades resistentes a nematodos	117,27
3	Estudio de rentabilidad del uso de fertilizantes orgánicos vrs fertilizantes convencionales	117,23
4	Evaluación de sustratos locales para la producción de tomate bajo condiciones controladas	116,76
5	Desarrollo de un programa MIP para la producción de tomate (por tipo de infraestructura, microclima y tipo de crecimiento del cultivo)	116,50
6	Utilización de fitohormonas para el incremento del rendimiento del cultivo de tomate	114,46



No.	Fecha de aplicación	Producto	Dosis/macrotúnel
1	Antes del trasplante	Cal agrícola	5 kg
		15-15-15	2.5 kg
2	1DDT	Bayfolan Forte	25 ml/5 L de agua
		Nitrato de calcio	1.5 kg
3	8 DDT	Bayfolan Forte	25 ml/5 L de agua
		Extra Fortan	10 g/5 L de agua
4	16DDT	Nitrato de potasio	1.5 kg
		Hidrocomplex	20 ml/5 L de agua
5	24DDT	Bayfolan Forte	25 ml/5 L de agua
		Extra Fortan	10 g/5 L de agua
6	32DDT	Nitrato de potasio	1.5 kg
		Hidrocomplex	20 ml/5 L de agua
7	40DDT	Bayfolan Forte	25 ml/5 L de agua
		Granfol-k	25 ml/5 L de agua
8	48DDT	Extra Fortan	10 g/5 L de agua
		Nitrato de calcio	1.5 kg
9	51DDT	Nitrato de potasio	1.5 kg
		Hidrocomplex	20 ml/5 L de agua
10	56DDT	Bayfolan Forte	25 ml/5 L de agua
		Calcio boro	40 ml/5 L de agua
		Granfol-K	25 ml/5 L de agua

## Marco teórico

### Restrepo y Hensel (2009), Teoría de la Fertilidad del Suelo:

*Un suelo no es fértil debido a que contiene grandes cantidades de humus (teoría del humus), o de minerales (teoría de los minerales), o de nitrógeno (teoría del nitrógeno), sino debido al crecimiento continuo de **numerosos y variados microorganismos**, principalmente bacterias y hongos, los cuales descomponen nutrimentos a partir de la materia orgánica que suministran las plantas y animales y los reconstruyen en formas disponibles para la planta.*

# Objetivos

## General

Evaluar cinco fuentes de materia orgánica en cuanto a; rendimiento, días a la cosecha, calidad nutricional y rentabilidad, para tomate híbrido Tolimán F1, bajo condiciones de macrotúnel, en dos localidades del departamento de San Marcos; caserío Llano Grande del municipio de San Pedro Sacatepéquez y cabecera municipal de Esquipulas Palo Gordo.

## Específicos

- Determinar el tratamiento de materia orgánica que presente; **el mayor rendimiento**, la menor cantidad de días a **comienzo de la cosecha** y la **mejor calidad nutricional**.
- Comparar el rendimiento, días a comienzo a la cosecha y la calidad nutricional del tomate entre **sistemas con distintas formas de fertilización**; uno **completamente con materia orgánica**, otro con **agroquímicos** (testigo químico) y el **último sin incorporación alguna de materiales externos para fertilización** (testigo absoluto).
- Identificar el tratamiento con **mayor rentabilidad económica**, mediante análisis económico.



## HIPÓTESIS

Ha1- Desde el punto de vista estadístico; **al menos uno de los tratamientos de materia orgánica obtendrá un mayor rendimiento que ambos testigos.**

Ha2- Desde el punto de vista estadístico; **al menos uno de los tratamientos de materia orgánica obtendrá un número menor de días a comienzo de la cosecha, respecto a ambos testigos.**

Ha3- Desde el punto de vista estadístico; **al menos uno de los tratamientos de materia orgánica obtendrá una mejor calidad nutricional que la obtenida con ambos testigos**



Se utilizó el **diseño experimental de bloques completamente al azar**, en donde se evaluaron **cinco fuentes de materia orgánica** y se compararon con un testigo químico y un testigo absoluto. Cuatro fuentes de materia orgánica fueron procesadas en aboneras tipo bokashi para acelerar su descomposición, ya que esta tecnología agrícola reduce el tiempo para la elaboración de abonos orgánicos y a diferencia del compost, presenta mayor cantidad de nutrientes y microorganismos aprovechables por los vegetales

# Tratamientos

1. Bokashi a base de estiércol de vaca
2. Bokashi a base de estiércol de cerdo
3. Bokashi a base de estiércol de gallina de traspatio
4. Bokashi a base de estiércol de lombriz
5. Microorganismos de Montaña Líquido
6. Químico
7. Sin aplicaciones

**Estiércol de vaca (30%), tierra común (25%), paja seca (20%), tierra de floresta virgen o MM sólido (10%), ceniza (7%), carbón vegetal (4%), salvado de maíz (4%), panela (1 L /45 kg de materia orgánica), leche (0.25 L/45 kg de materia orgánica) levadura (15 g/45 kg de materia orgánica).**



Aplicación por planta				No.
10	DAT.	125 g		1
10	DDT.	125 g		2
25	DDT.	125 g		3
40	DDT.	125 g		4
55	DDT.	125 g		5
70	DDT.	125 g		6





ecuaría

## Microorganismos Eficientes



Una clasificación específica de los microorganismos benéficos ha sido sugerida por el profesor japonés Teruo Higa (1991; 1994; 1995) quien desarrolló el concepto de “Microorganismos Eficientes” (EM). Según este investigador.



Los EM son cultivos mixtos de microorganismos benéficos, de ocurrencia natural en suelos no alterados, que pueden ser aplicados como inoculantes para incrementar la biodiversidad microbial de los suelos y plantas.

- **13** productos • **18** cadenas



esporangioforo de Mucor



# RESULTADOS



Rendimiento

Días a comienzo de la cosecha

Calidad nutricional

Análisis económico

Cambios químicos del suelo

*Cuadro 10: Análisis de varianza al del rendimiento en kg/ha en la localidad de Esquipulas Palo Gordo.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7488437666.80	8	936054708.35	15.33	0.0001
Bloques	2189087954.00	2	1094543977.00	17.93	0.0002
Tratamientos	5299349712.80	6	883224952.13	14.47	0.0001
Error	732622939.80	12	61051911.65		
Total	8221060606.59	20			

Según el Cuadro 10 los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas, por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de Tukey (Cuadro 11) para determinar las diferencias y evaluar las hipótesis.

*Cuadro 11: Prueba de Tukey al 5% del rendimiento en kg/ha en la localidad de Esquipulas Palo Gordo.*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
C	100 683.37	3	4 511.17	A
E	79 830.54	3	4 511.17	A B
F	74 317.00	3	4 511.17	B
B	68 416.92	3	4 511.17	B C
A	65 303.69	3	4 511.17	B C
D	58 290.25	3	4 511.17	B C
G	46 554.89	3	4 511.17	C

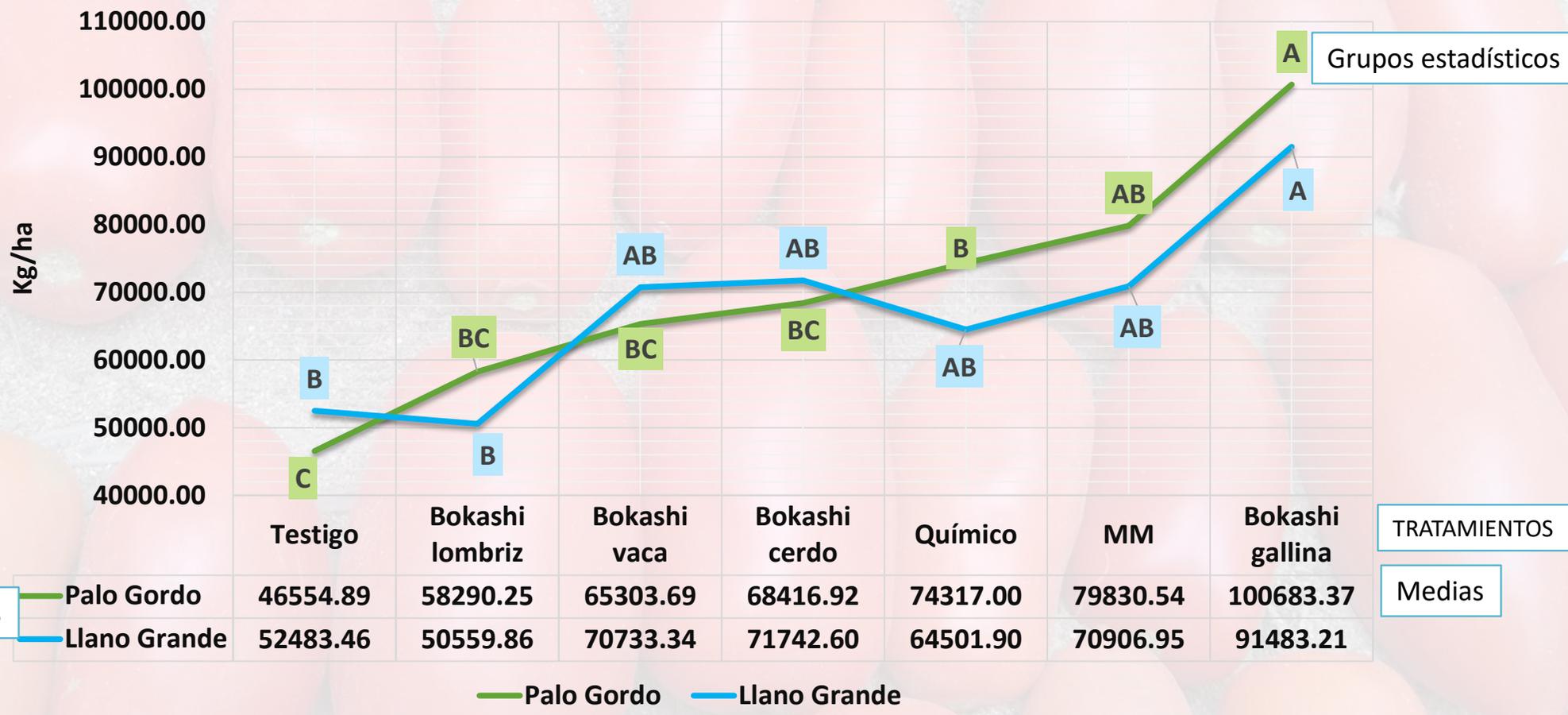
Cuadro 5: Extracción de fertilizantes por el cultivo de tomate.

Elemento	Consumo (kg/ha)	Elemento	Consumo (kg/ha)
N	300	S	40
P (como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	120	Ca	40
K (como K <sub>2</sub> O)	450	B (Como B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10
Mg (como MgO)	24	Microelementos	10

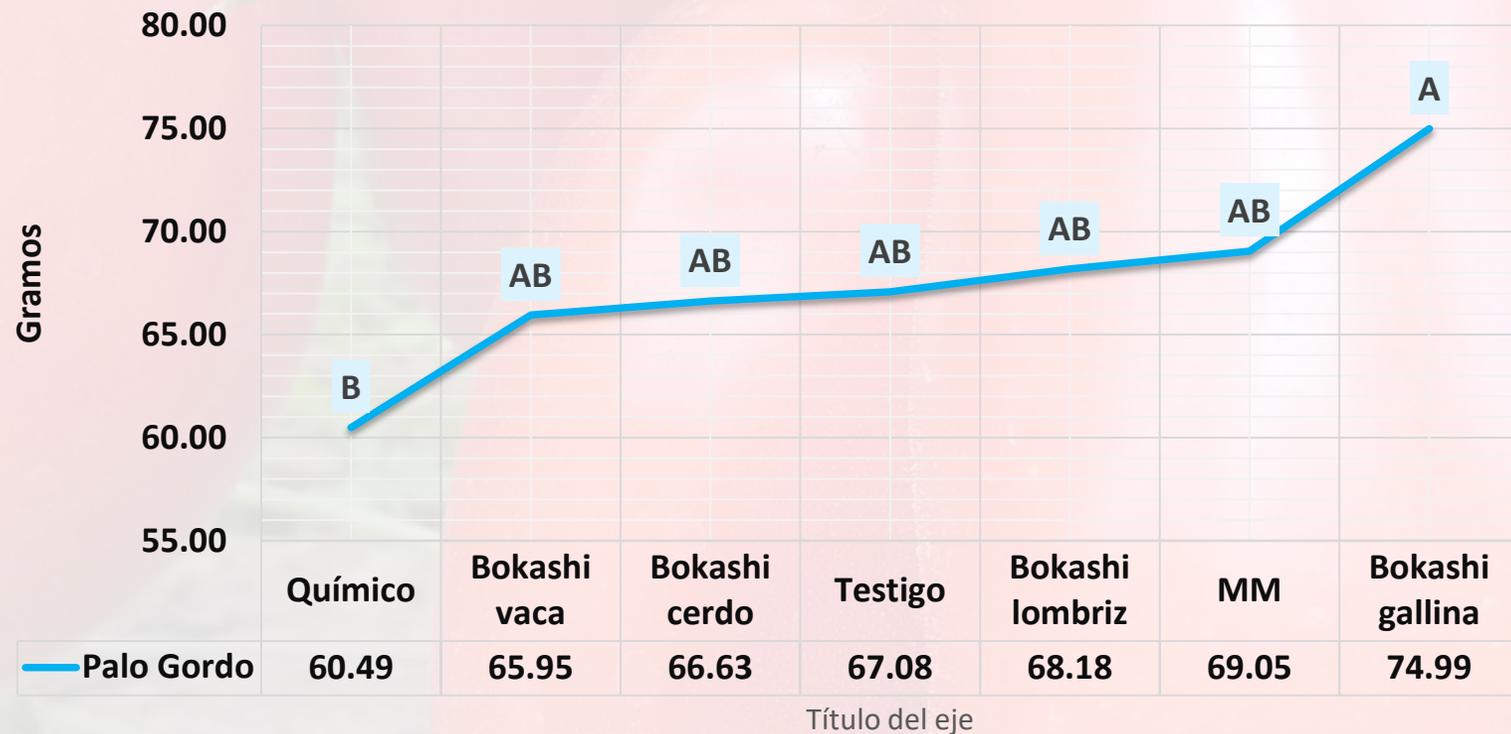
Fuente: DISAGRO 2004.

En el Cuadro 5, se indica la cantidad de elementos que el tomate extrae para obtener un rendimiento promedio de 53 556 kilogramos por hectárea.

# Rendimiento en kg/ha

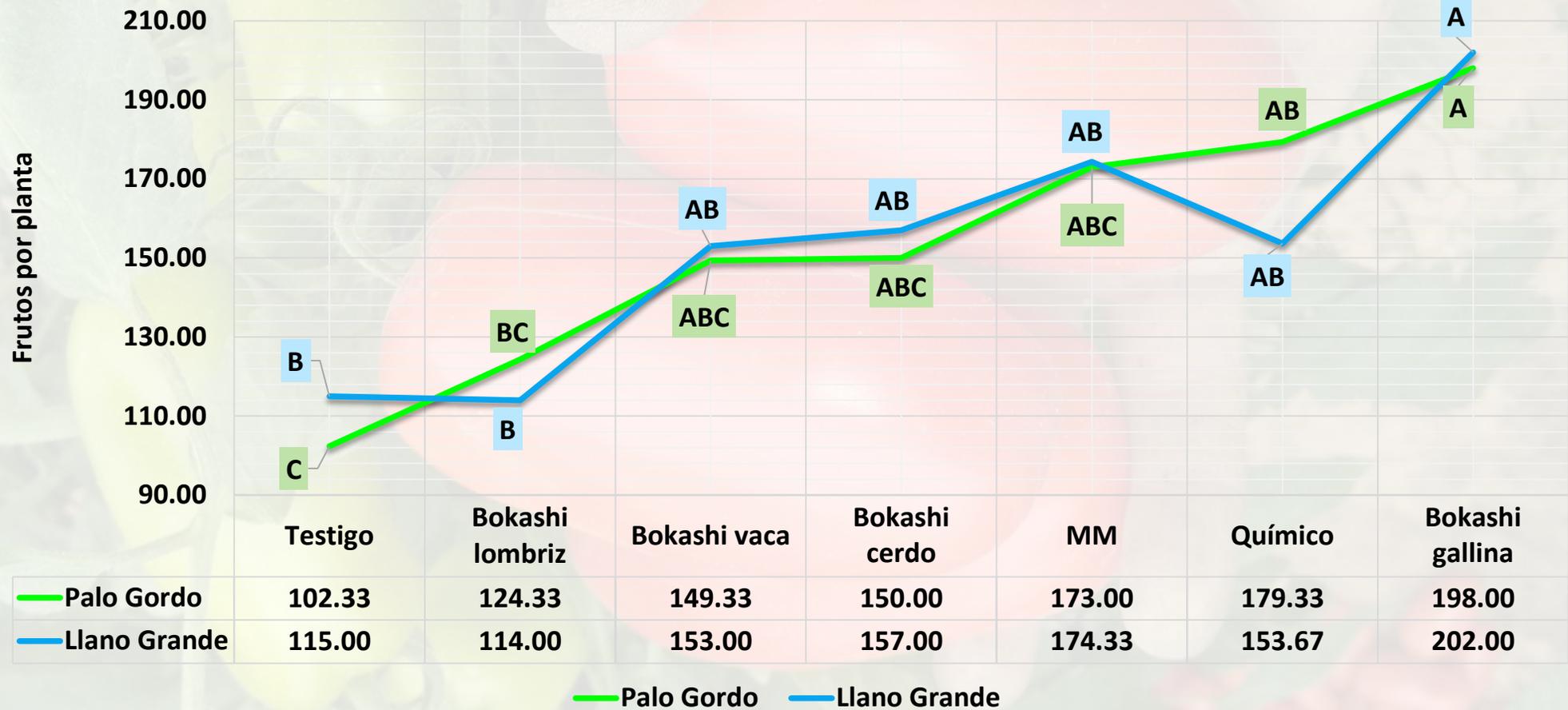


# *Peso promedio de frutos en gramos.*

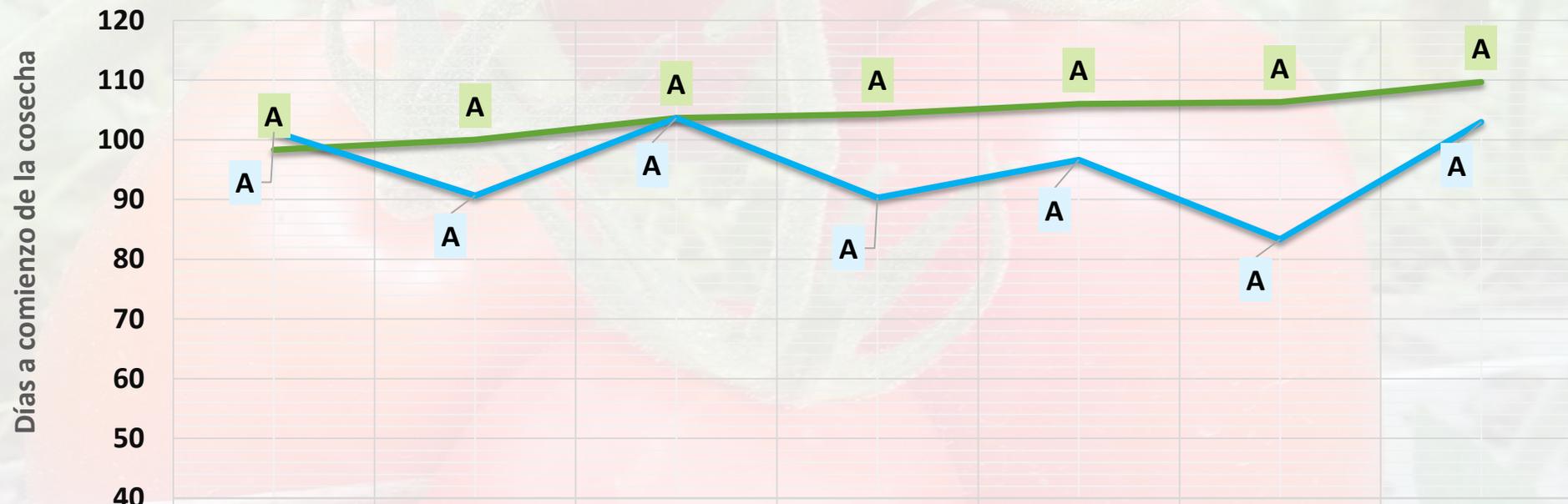


— Palo Gordo

# Cantidad promedio de frutos por planta



# Días a comienzo de la cosecha



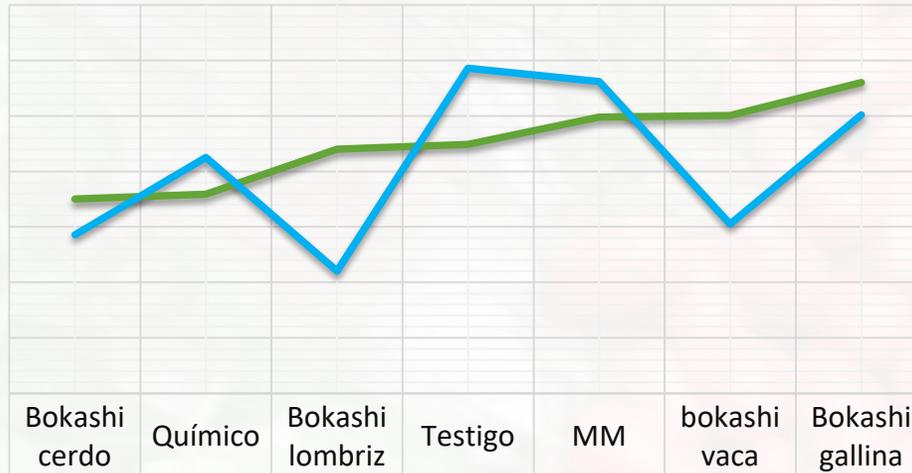
	Químico	Bokashi gallina	MM	Bokashi cerdo	Bokashi vaca	Testigo	Bokashi lombriz
<b>Palo Gordo</b>	98.33	100	103.67	104.33	106	106.33	109.67
<b>Llano Grande</b>	101.33	90.67	103.67	90.33	96.67	83.33	103

— Palo Gordo — Llano Grande

# % de proteína

# % de fibra

27.00%  
25.00%  
23.00%  
21.00%  
19.00%  
17.00%  
15.00%  
13.00%

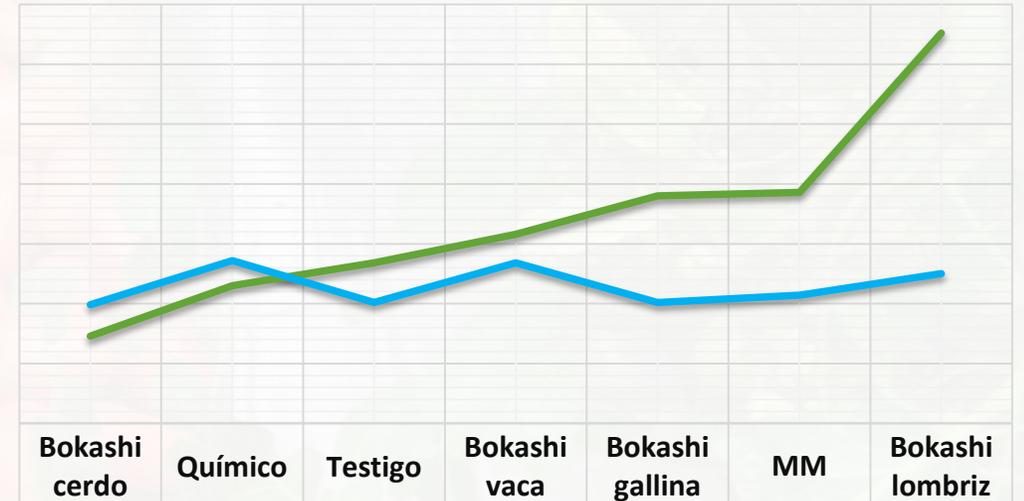


	Bokashi cerdo	Químico	Bokashi lombriz	Testigo	MM	bokashi vaca	Bokashi gallina
— Palo Gordo	20.01%	20.18%	21.80%	21.98%	22.96%	23.02%	24.21%
— Llano Grande	18.71%	21.50%	17.41%	24.72%	24.24%	19.10%	23.04%

— Palo Gordo — Llano Grande

Los resultados coinciden casi en totalidad con lo comprobado por Martínez y Rodríguez (2010) que mencionan que **los abonos orgánicos producen mayor cantidad de proteínas** comparados con tratamientos químicos en el cultivo de amaranto

16.50%  
16.00%  
15.50%  
15.00%  
14.50%  
14.00%  
13.50%  
13.00%



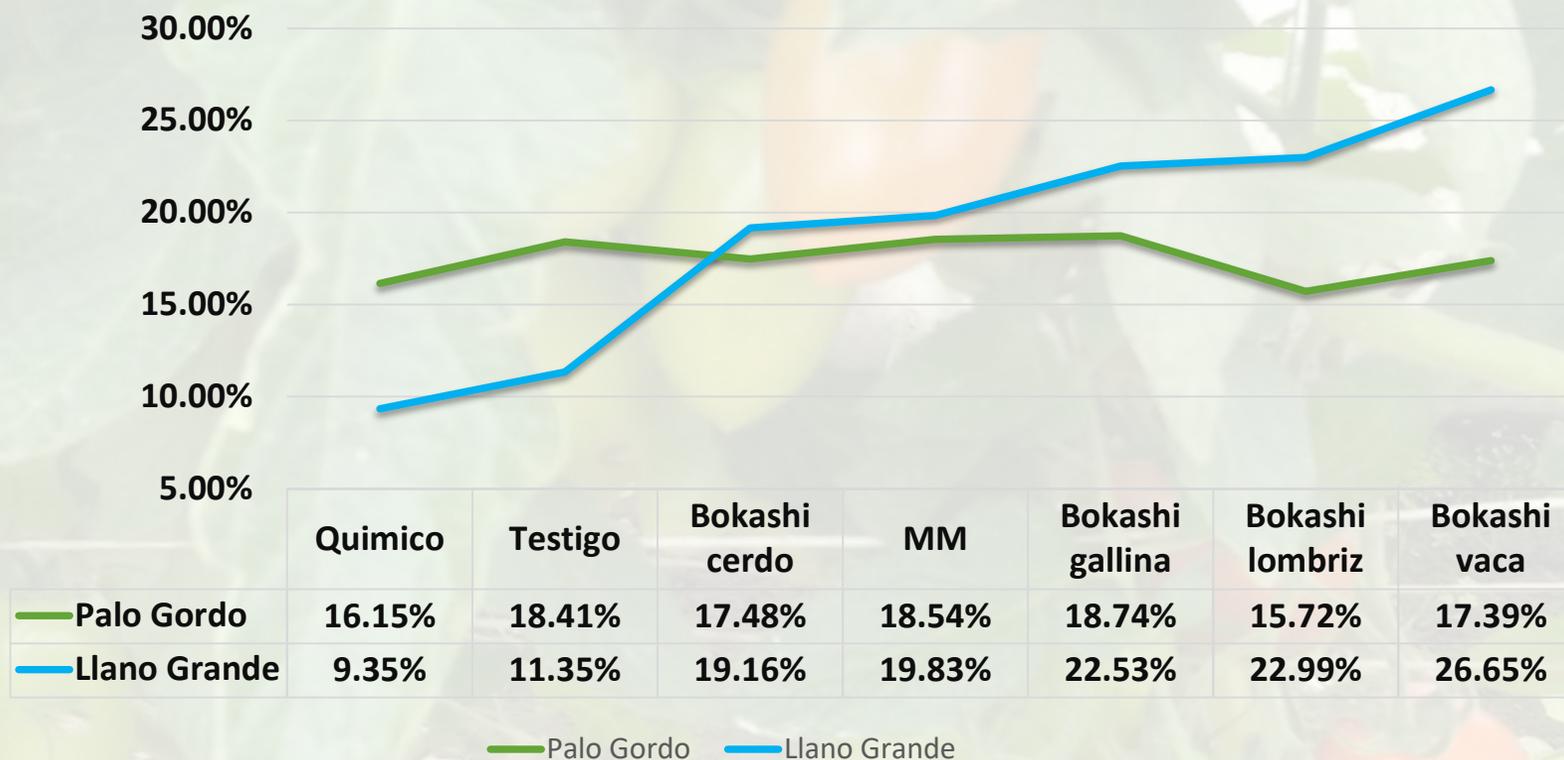
	Bokashi cerdo	Químico	Testigo	Bokashi vaca	Bokashi gallina	MM	Bokashi lombriz
— Palo Gordo	13.73%	14.15%	14.34%	14.58%	14.90%	14.93%	16.26%
— Llano Grande	13.99%	14.36%	14.01%	14.34%	14.01%	14.07%	14.25%

— Palo Gordo — Llano Grande

Los tratamientos que menos fibra tienen son el tratamiento B (bokashi de cerdo) y el tratamiento F (testigo químico). Los tratamientos **con mejor calidad** respecto al porcentaje de fibra son los que presentan las mayores cantidades de acuerdo con los mencionado por Rosales Villegas (2008).

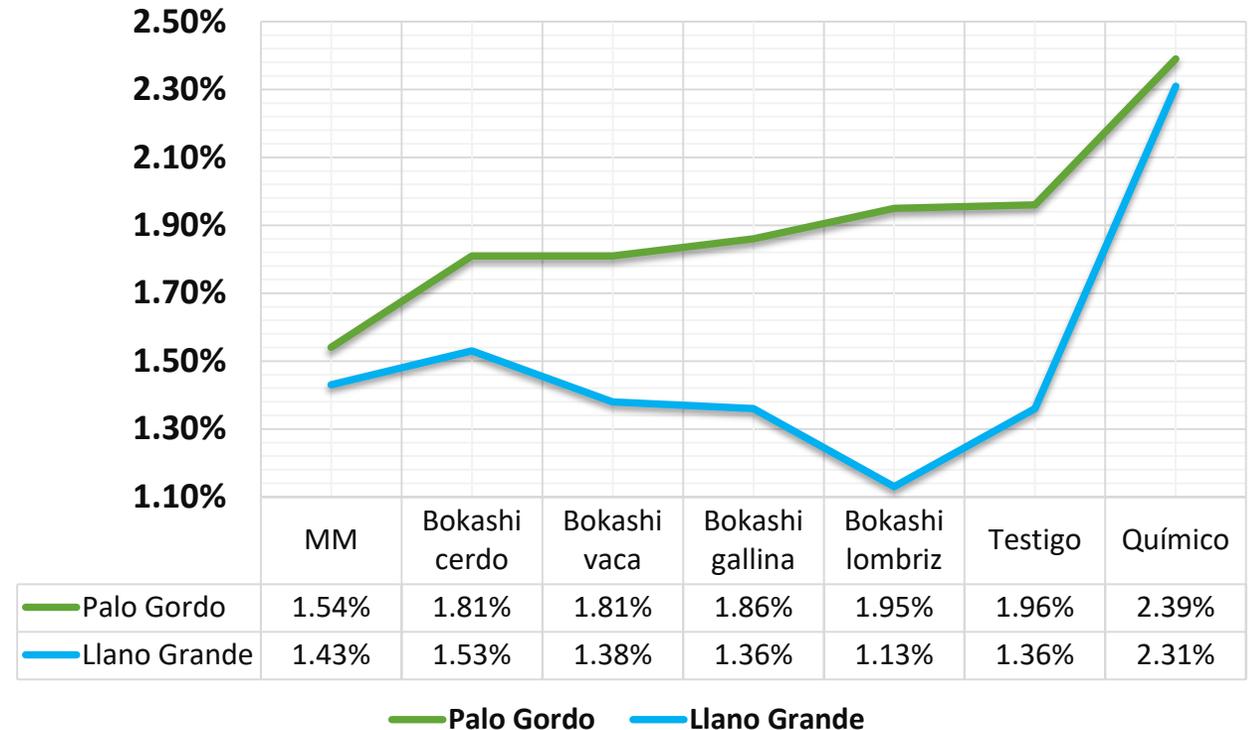
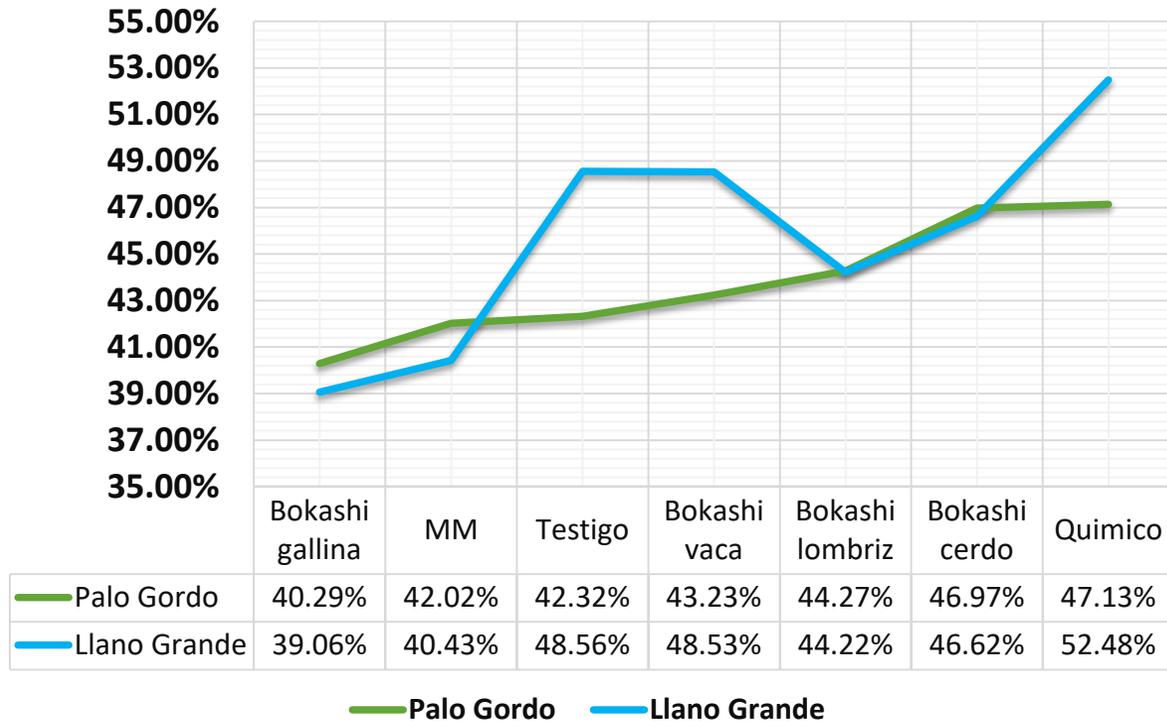


# *% de minerales (cenizas)*



# % de carbohidratos

# % de grasas

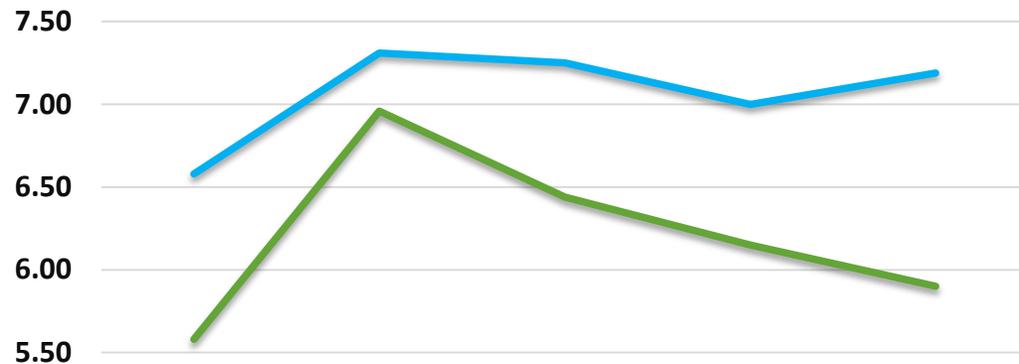


Rosales Villegas (2008), los mejores frutos de tomate serán quienes contengan la menor cantidad de carbohidratos



# Mejoras de propiedades químicas del suelo.

PH



5.00

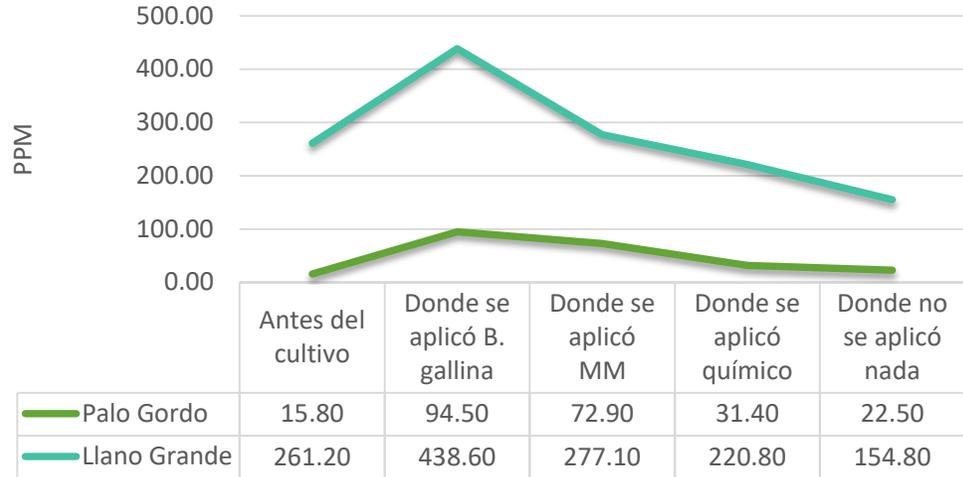
	Antes del cultivo	Donde se aplicó B. gallina	Donde se aplicó MM	Donde se aplicó químico	Donde no se aplicó nada
Palo Gordo	5.58	6.96	6.44	6.15	5.90
Llano Grande	6.58	7.31	7.25	7.00	7.19

— Palo Gordo — Llano Grande



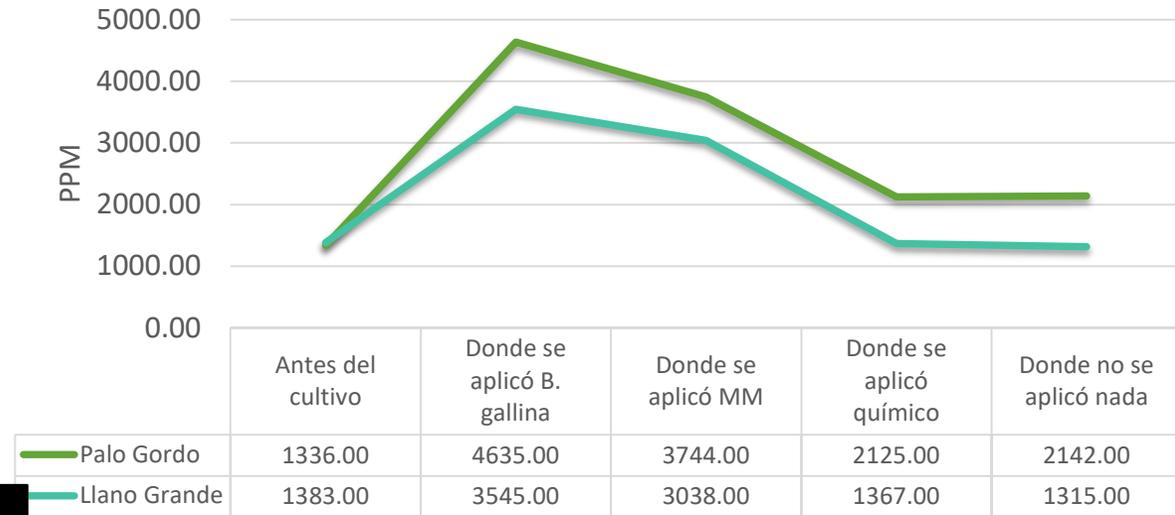
# Disponibilidad de nutrientes del suelo.

## Fósforo



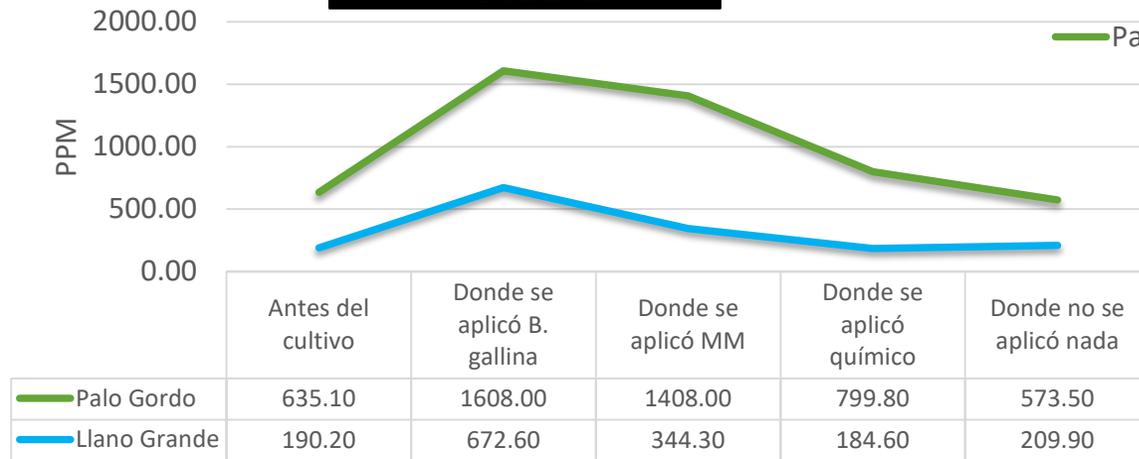
— Palo Gordo — Llano Grande

## Calcio



— Palo Gordo — Llano Grande

## Potasio



— Palo Gordo — Llano Grande

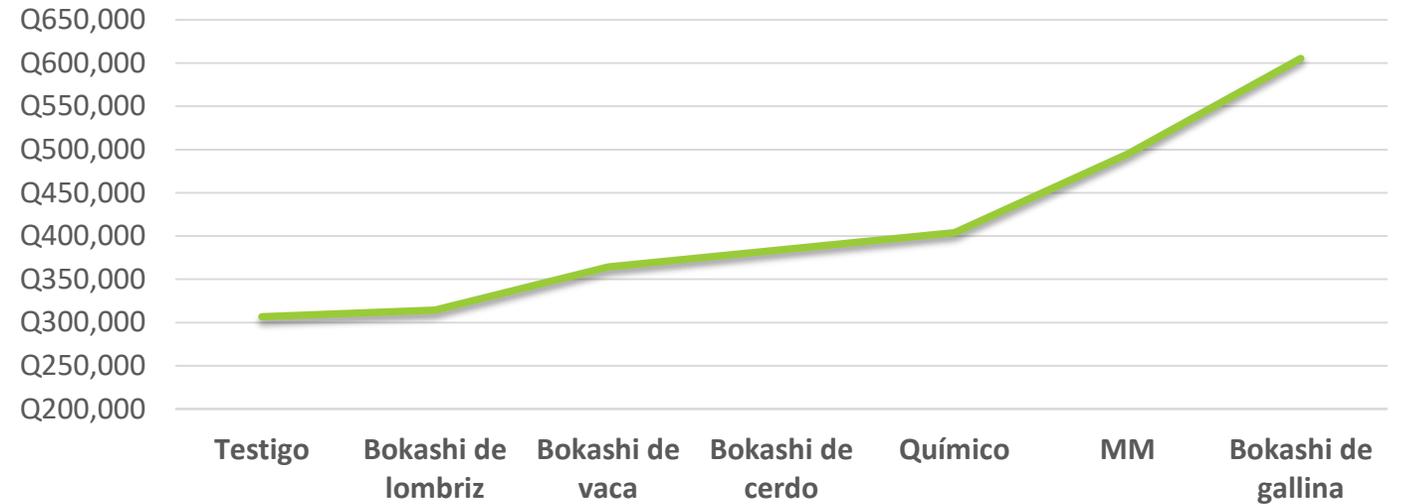


# Análisis económico Esquipulas Palo Gordo

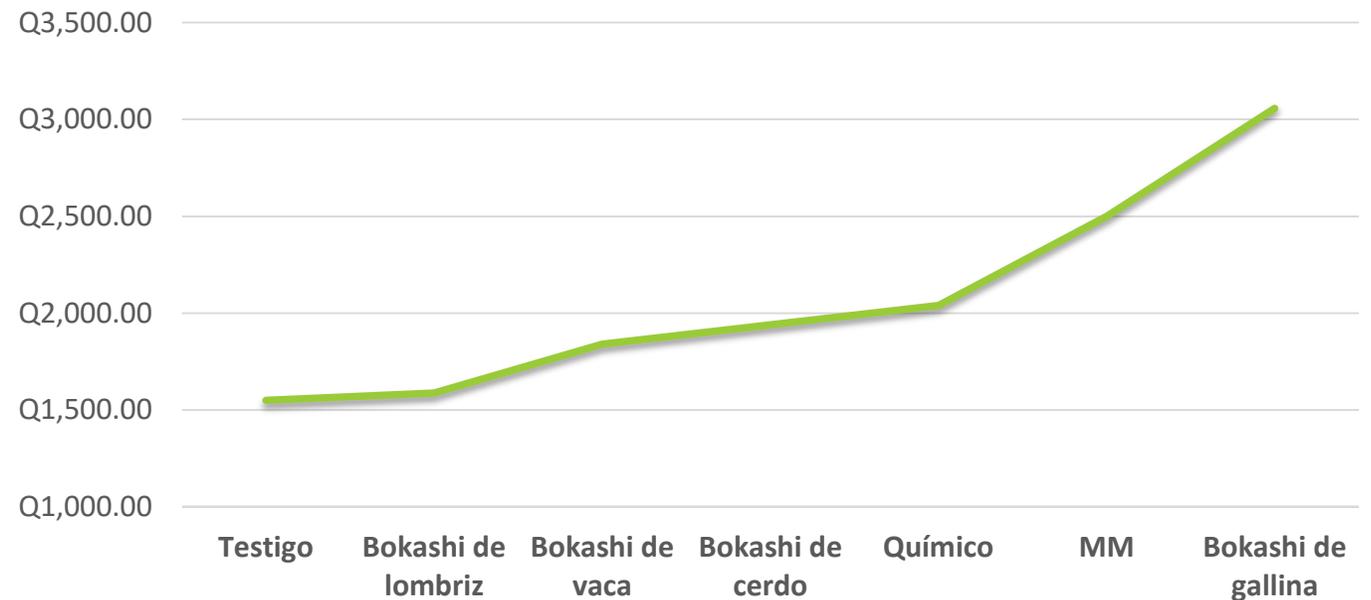


**Tasa de retorno mínima  
aceptable 125%**

### Ganancias por ha



### Ganancias por macrotúnel



## CONCLUSIONES

El tratamiento bokashi de gallina presentó el mayor rendimiento, y junto al tratamiento de microorganismos de montaña fueron los que produjeron los frutos de tomate con la mejor calidad nutricional en ambas localidades, debido a que presentaron altas cantidades de proteínas, minerales y fibra, y bajas cantidades de carbohidratos y grasas. Mientras los rendimientos más bajos para ambas localidades los presentó el testigo absoluto y el tratamiento de bokashi de lombriz. Además, el peor tratamiento respecto a la calidad nutricional para las localidades dentro de la investigación fue el testigo químico por el alto contenido de grasa y carbohidratos, además, por la baja cantidad de minerales que este posee.

Para ambas localidades respecto a la cantidad de frutos por planta, el tratamiento de bokashi de gallina y microorganismos de montaña fueron los que presentaron las mayores cantidades, mientras el testigo absoluto fue el que produjo el menor número de frutos por planta. Asimismo, los tratamientos no presentaron variabilidad estadística respecto a los días a comienzo de la cosecha, por lo tanto, se determinó que los distintos tipos de fertilización no incidieron en la precocidad del cultivo.

El tratamiento con la mayor rentabilidad económica fue el tratamiento de bokashi de gallina para ambas localidades experimentales. Para productores a quienes se les dificulta de sobremanera conseguir capital para el cultivar tomate la mejor opción es el tratamiento de microorganismos de montaña ya que es de bajo costo económico y el segundo en obtener las mayores ganancias.

**3** regiones • **7** departamentos • **13** productos • **18** cadenas

## CONCLUSIONES

La calidad nutricional de los frutos de tomate se ve afectada por los fertilizantes o abonos utilizados durante el cultivo.

Los microorganismos permiten que se asimilen nutrientes del suelo que anterior al trabajo de los mismos, no estaban disponibles para las plantas.

Los productos orgánicos elaborados de manera adecuada con base en recursos locales generan buena rentabilidad y alta productividad. El bokashi de gallina y los microorganismos de montaña son tecnologías contextualizadas al occidente de Guatemala con beneficios múltiples: produce altos rendimientos, alta rentabilidad, mejora la calidad nutricional de los frutos y las propiedades químicas del suelo. Además, estas tecnologías contribuyen con la agricultura climáticamente inteligente y con algunos de los objetivos del desarrollo sostenible pues promueven mejoras en la nutrición y la agricultura sostenible, son medidas para mitigar o adaptarse al cambio climático y sus efectos, promueven el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchan contra la desertificación, detienen e invierten la degradación de las tierras y frenan la pérdida de diversidad biológica.

Los suelos de las localidades experimentales están dentro de los rangos adecuados de nutrientes para la producción de tomate.

## • RECOMENDACIONES

Se deben de validar los tratamientos de bokashi de gallina y microorganismos de montaña, así mismo evaluar tratamientos donde se combina el bokashi de gallina y microorganismos de montaña líquidos. De igual manera, se recomienda que los agricultores, estudiantes y profesionales en agricultura se atrevan a proponer y experimentar con tratamientos de materia orgánica que disminuyan la dependencia de insumos externos y aprovechen los recursos que se encuentran dentro de la finca.

El testigo absoluto presentó una buena calidad nutricional del fruto de tomate, rendimientos y márgenes de ganancias nada despreciables, por lo que se le debería de poner bastante atención e invertir en investigaciones que promuevan formas de cultivo alternativas como el método Fukuoka.

La difusión de la presente investigación debe de extenderse a las zonas de producción de tomate bajo condiciones de macrotúnel con ambientes similares a las localidades evaluadas, promoviendo la participación voluntaria del agricultor en la validación del tratamiento de bokashi de gallina y microorganismos de montaña.



# CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



Guatemala.  
*Patria nuestra que estas en la tierra.  
Tierra nuestra que estas en la sangre  
y en el bendito maíz de nuestra esencia.*

*En el adobe que erige la casa de teja de barro  
y en el surco húmedo,  
que se abre a la semilla  
con la lluvia del sembrador.*

Guatemala,  
*estas en los hombres y mujeres  
que con sus manos el futuro labran,  
desde que el gallo canta  
hasta que la luna se asoma tras los cerros y volcanes.*

*Que Ajaw te bendiga Patria mía  
y que tu desarrollo emerja con la fe del campesino,  
cual si fuera grano  
en suelo fértil y abonado...*

**Ernesto López**

