

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**RESPUESTA DEL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS YARAMILA Y
YARALIVA EN EL CULTIVO DE PAPA**

JOAQUÍN JESÚS VILLARREAL ARAÚZ
CÉDULA: 4-786-1684

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2022

**RESPUESTA DEL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS YARAMILA Y YARALIVA
EN EL CULTIVO DE PAPA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS TROPICALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE
SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

(NOMBRES)

(FIRMAS)

ING. RICARDO BLAS, M. Sc

DIRECTOR

ING. JAVIER AMILLÁTEGUI, M. Sc.

ASESOR

Dr. JUAN OSORIO, PhD. D.

ASESOR

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ
2022**

Respuesta del Uso de Fertilizantes Químicos YaraMila y YaraIviva en el Cultivo de papa

Villarreal Araúz J.J. 2022. Respuesta del uso de fertilizantes químicos YaraMila y YaraIviva en el cultivo de papa. Tesis. Ingeniería Agronómica en Cultivos Tropicales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto del uso de los fertilizantes químicos granulados YaraMila Complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM), YaraMila Rafos (12-24-12) y YaraIviva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)), en el cultivo de papa, *Solanum tuberosum*, variedad Granola, en el distrito de Tierras Altas en el corregimiento de Cerro Punta. Se empleó el diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos. Los tratamientos están integrados por un testigo basado en la utilización de fertilizante de fórmula completa (12-24-12) utilizado tradicionalmente por los productores; tratamiento uno fertilizantes de la marca YaraMila rafos (12-24-12), YaraMila complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM) y YaraIviva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)); tratamiento dos fertilizantes YaraMila rafos (12-24-12) y YaraIviva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)); y el tratamiento tres YaraMila complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM) y YaraIviva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)). Las aplicaciones de los fertilizantes mezclados previamente se hicieron durante la siembra a excepción del testigo que fue a los ocho días después

de la siembra. Las variables evaluadas fueron número de brotes emergidos cada diez días, identificación de plagas y enfermedades y clasificación de la papa según la comercialización (papa comercial, papín, semilla, desperdicio). Los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente mediante un análisis de varianza y una comparación de medias según la prueba Duncan. Los tratamientos evaluados que mostraron medias con porcentajes mayores de tallos emergidos fueron el tratamiento tres con 2.75 y el tratamiento testigo 2.25, siendo esto beneficioso al tener menos competencia por parcelas y aumentando así la producción. Los rendimientos de la clasificación de la papa comercial, se obtuvo mayor rendimiento en los tratamientos tres con 43.09 toneladas por hectárea, seguido de 36.2 toneladas por hectárea que corresponde al testigo, igualando estos al ser comparados con los rendimientos obtenidos por los productores que utilizan los fertilizantes tradicionales de fórmulas completas. En los demás tratamientos se obtuvieron rendimientos muy bajos en toneladas por hectárea comparado con los fertilizantes de fórmula completa (12-24-12) empleados por los productores. Las plagas y enfermedades identificadas no causaron daños graves por su baja incidencia, al hacer aplicaciones preventivas durante la realización del proyecto de investigación.

Palabras Claves: fertilizantes químicos, *Solanum tuberosum*, tallos emergidos, rendimientos, papa comercial.

Answer of the use of Chemical Fertilizers YaraMila and YaraLiva in potato Cultivation

SUMMARY

The present thesis work was developed with the objective of evaluating the effect of the use of granulated chemical fertilizers YaraMila Complex, YaraMila Rafos and YaraLiva Nitabor, in the potato crop, *Solanum tuberosum*, variety Granola, in the district of Tierras Altas in the Cerro Punta village, in the town of Bajo Grande. The completely randomized block design with four repetitions and four treatments was used. The treatments are made up of a control based on the use of full formula fertilizer (12-24-12) traditionally used by producers; treatment one made up of fertilizers from the brand YaraMila Rafos (12-24-12), YaraMila complex (12-11-18-3-0-8 (S) + EM) and YaraLiva Nitabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)); treatment two integrated by the fertilizers YaraMila Rafos (12-24-12) and YaraLiva Nitabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)); and treatment three made up of the fertilizers YaraMila complex (12-11-18-3-0-8 (S) + EM) and YaraLiva Nitabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)). The applications of the previously mixed fertilizers were made during sowing, except for the control, which was eight days after sowing. The variables evaluated were number of sprouts emerged every ten days, identification of pests and diseases, and potato classification according to commercialization (commercial potato, papín, seed, waste). The results obtained were statistically evaluated by means of an analysis of variance and a comparison of means according to the Duncan test. The

evaluated treatments that showed means with higher percentages of emerged stems were treatment three with 2.75 and control treatment 2.25, this being beneficial as it has less competition for plots and thus increasing production. The yields of the commercial potato classification, the highest yield was obtained in treatments three with 43.09 tons per hectare, followed by 36.2 tons per hectare that corresponds to the control, equaling these when compared with the yields obtained from the producers that use the traditional full formula fertilizers. In the other treatments, very low yields were obtained in tons per hectare compared to the full formula fertilizers (12-24-12) used by the producers. The pests and diseases identified did not cause serious damage due to their low incidence, when making preventive pesticide applications during the research project.

Keywords: chemical fertilizers, tuber, treatments, emerged stems, yields, commercial potato.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	iii
SUMMARY	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xii
ÍNDICE DE FIGURA	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del Problema a Investigar	3
1.2. Antecedentes	4
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. General	6
1.4.2. Específicos	6
1.5. Hipótesis	6
1.6. Alcances de la Investigación	7
1.7. Limitaciones de la Investigación	7
2. REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1. Origen	8
2.2. Distribución	8

2.3. Propiedades Nutricionales	9
2.4. Características Morfológicas	9
2.5. Etapas de Desarrollo del Cultivo	10
2.5.1. Brotación	10
2.5.2. Ciclo Vegetativo	11
2.5.3. Tuberización	12
2.5.4. Senescencia	13
2.6. Variedad de papa Granola	14
2.7. Requerimientos Nutricionales	15
2.8. Fertilización Química	16
2.9. Características de Fertilizantes Químicos según la Empresa Yara y los Utilizados por los Productores	17
2.9.1. YaraMila Complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM)	17
2.9.2. Yaraliva Nitabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)	18
2.9.3. Yara Rafos (12-24-12)	18
2.9.4. Fertica (12-24-12)	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Ubicación Geográfica	20
3.2. Diseño Experimental	20
3.3. Tratamientos	21
3.4. Variables a Evaluar	23
3.4.1. Clasificación de la papa	23
3.4.2. Números de Tallos	24

3.4.3. Identificación de Plagas y Enfermedades	25
3.5. Manejo Agronómico	25
3.5.1. Preparación del Suelo	25
3.5.2. Selección del Tubérculo	25
3.5.3. Siembra	26
3.5.4. Fertilización	27
3.5.5. Aporque	27
3.5.6. Manejo de Malezas	27
3.5.7. Control de las Plagas	28
3.5.8. Manejo de Fitopatógenos	29
3.5.9. Cosecha	30
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN	31
4.1. Determinación de los Resultados de las Variables Investigadas	31
4.1.1. Determinación del Número de Tallos a los 10 días	31
4.1.2. Determinación del Número de Tallos a los 20 días	32
4.1.3. Determinación del Número de Tallos a los 30 días	35
4.2. Identificación de Plagas y Enfermedades	35
4.3. Rendimiento	36
4.3.1. Papa Comercial	36
4.3.2. Papín	37
4.3.3. Tubérculo Usado como Semilla	38
4.3.4. Papa de Descarte	38
4.4. Rendimiento Total	39

4.5. Rendimiento Total en Toneladas por Hectáreas	40
5. CONCLUSIONES	42
6. RECOMENDACIONES	43
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
8. ANEXOS	50

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro I: Requerimientos Nutricionales según su Función y Sintomas	15
Cuadro II: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Número de Tallos a los 10 días	31
Cuadro III: Resultado de la Prueba de Comparación de Duncan de la Variable Número de Tallos a los 10 días.	32
Cuadro IV: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Número de Tallos a los 20 días	33
Cuadro V: Resultado de la Prueba de Comparación de Duncan de la Variable Número de Tallos a los 20 días.	34
Cuadro VI: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Número de Tallos a los 30 Días	35
Cuadro VII: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable papa Comercial	37
Cuadro VIII: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Papín	37
Cuadro IX: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Semilla	38
Cuadro X: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Descarte	39
Cuadro XI: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Rendimiento Total	39
Cuadro XII: Rendimiento Total de los Tratamientos en Toneladas por Hectáreas	41

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1: Rendimiento total en toneladas por hectáreas	41

ÍNDICE DE FIGURA

	Pág.
Figura 1: Distribución de los Tratamientos del Ensayo en Campo	23

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo I: Distribución al Azar de los Diferentes Tratamientos en los Bloques	50
Anexo II: Selección de la Semilla por el Peso y Edad Fisiológica	51
Anexo III: Datos de campo sobre los rendimientos según su peso en kilogramos de la clasificación comercial de la papa.	52
Anexo IV: Plagas (1), muestra de síntoma de fitopatógeno (2) y bacteria (3), encontradas durante la realización del ensayo.	53
Anexo V: Datos de campo sobre la determinación de número de tallos a los 10 días de edad del cultivo.	54
Anexo VI: Datos de campo sobre la determinación de número de tallos a los 20 días de edad del cultivo.	54
Anexo VII: Datos de campo sobre la determinación de número de tallos a los 30 días de edad del cultivo.	55
Anexo VIII: Comparación de las Medias de las Variables	55

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa, *Solanum Tuberosum*, comenzó a utilizarse como un alimento desde hace 8 000 años, cerca del Lago Titicaca, que está a 3 800 metro sobre el nivel del mar, en la Cordillera de los Andes, en América del sur, entre Bolivia y Perú. Las investigaciones revelan que en las comunidades de cazadores y recolectores domesticaron la planta silvestre que se encontraba en abundancia en los alrededores del lago (Thomas, 2008).

Actualmente la papa es consumida en todo el mundo y se prepara y sirve en una gran variedad de formas. Recién cosechada, contiene un 80 por ciento de agua y un 20 por ciento de materia seca. Entre el 60 y el 80 por ciento de esta materia seca es almidón. Respecto a su peso en seco, el contenido de proteína de la papa es análogo al de los cereales, y es muy alto en comparación con otras raíces y tubérculos (Thomas, 2008).

Después del maíz, trigo y el arroz la papa es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de consumo humano. Aproximadamente 1.4 mil millones de personas consumen papa regularmente (por ej., más de 50 kilogramos al año) y la producción total mundial del cultivo sobrepasa los 300 millones de toneladas métricas. Una hectárea puede producir de dos a cuatro veces la cantidad de alimentos de los cultivos de cereales. Este rubro produce más alimento por unidad de área que ningún otro cultivo importante y es hasta siete veces más

eficiente en el aprovechamiento del agua que los cereales. La papa se cultiva en más de 100 países del mundo (CIP, 2019).

En el 2020, la superficie mundial cosechada fue de 16,494,810 de hectáreas, con una producción mundial de 359,071,403 de toneladas. Para el mismo año, China (continental) produjo el 21.8 por ciento de la producción mundial, siendo el mayor productor, seguido por India con 14.3 por ciento, después Ucrania con 5.8 por ciento (Axayácatl, 2020).

En América Latina, en el año 2007 se cultivaron 963,766 hectáreas, con una producción de 15,682,943 toneladas, siendo los principales productores: Perú con 3,4 millones de toneladas, Brasil 3,3 millones de toneladas, Argentina 1,9 millones toneladas, Colombia 1,9 millones toneladas, México 1,7 millones toneladas, Chile 831mil toneladas, Bolivia 755 mil toneladas, Venezuela 456 mil toneladas, Ecuador 355 mil toneladas, Guatemala 300 mil toneladas, Cuba 290 mil toneladas (FAO, 2007).

En Panamá, en el año 2020 se cultivaron 861.43 hectáreas, y se cosecharon 23,278,919 kilogramos, de los cuales la mayor producción se obtuvo en la provincia de Chiriquí, según datos del MIDA (2019-2020).

La variedad de papa de mayor uso es la Granola, con un 90 por ciento de la producción de Panamá, con rendimientos promedios de 30 toneladas por hectáreas; ella es tolerante al nematodo del quiste (*Globodera rostochiensis*) y a la

mosquita minadora, pero es susceptible al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y al pie negro (*Erwinia spp.*), y resistente a los virus PLRV (Potato Leafroll Virus), PVX (Potato Virus X), PVY (Potato Virus Y) (Concepción, 2016).

Este cultivo es de importancia económica, ya que la mayoría de las personas en Panamá lo incluyen en su dieta.

La estrategia de producción de este cultivo es la obtención de alto rendimiento por parte del productor y además lograr buena calidad para satisfacer las necesidades del consumidor final (Yara Panamá S.A., 2019).

El objetivo de esta investigación es evaluar el uso de los fertilizantes químicos granulados de la marca YaraMila COMPLEX, YaraMila RAFOS y Yaraliva Nitabor, en el cultivo de papa, *Solanum tuberosum* variedad Granola.

1.1. Planteamiento del Problema a Investigar.

A medida que avanza el uso de los suelos con el tiempo estos se agotan y por lo tanto las plantas requieren nutrientes a un nivel balanceado y que suplan los requerimientos para el aumento de los rendimientos, por lo que se debe usar fertilizantes que contengan elementos específicos y en cantidades (porcentajes) esenciales para así obtener los resultados esperados.

Los métodos de fertilización empleados son ineficientes en cuanto al aspecto de producción, ya que estos son aplicados tardíamente en las áreas dedicadas a la producción de este cultivo en el país.

1.2. Antecedentes

La principal prioridad de llevar un plan de fertilización es aumentar los rendimientos y así contrarrestar los diferentes inconvenientes naturales (plagas, enfermedades, condiciones ambientales), así se tiene que: ***“Una buena fertilización es clave, no sólo para obtener un buen rendimiento y calidad, sino para resistir condiciones adversas como bajas temperaturas, estrés hídrico y enfermedades.”*** (Orellana, J. et al, 2013).

También estos autores indican que las aplicaciones de los fertilizantes deben ser fraccionada debido a que, en cada etapa del cultivo, el consumo de nutrientes no es igual, cabe agregar que, la zona de aplicación más conveniente es a fondo de surco por la razón de que se tiene una planta de escaso sistema radicular, así se tiene que: ***“En el cultivo de la papa se pueden definir cuatro etapas claramente diferenciables y donde la demanda de nutrientes es diferente. Estas etapas son: brotación, emergencia, tuberización, llenado de tubérculos.”*** (Orellana, J. et al, 2013).

Además, menciona Orellana (2013) que ***“...el cultivo de papa se caracteriza por requerir altos niveles de fertilización, especialmente potasio y nitrógeno, para expresar su potencial de rendimiento. Se suma a lo anterior, que la planta posee un sistema radical escaso y de poca capacidad exploratoria lo que dificulta una buena nutrición en los primeros estados de desarrollo.”***

1.3. Justificación

Para la fertilización del cultivo de papa *Solanum tuberosum*, se debe aplicar las dosis de elementos balanceados (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, etc.) y al mismo tiempo se debe emplear aquellos esenciales que requiere la planta para suplir las necesidades nutricionales durante las diferentes etapas de desarrollo, pero es conveniente realizar análisis de suelo, puesto que se deben detectar primero las deficiencias de nutrientes presentes en el área que se desea sembrar el cultivo.

Al incrementar el rendimiento en la producción, los productores obtendrían un incremento en cuanto a sus ingresos monetarios.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

- Evaluar los fertilizantes químicos YaraMila complex, YaraMila rafos y YaraLiva Nitrobor en el cultivo de papa.

1.4.2. Específicos

- Comparar los rendimientos de papa con la fertilización utilizada por parte de los productores del área versus el programa de fertilización recomendada por la empresa Yara.
- Identificar las distintas plagas y enfermedades durante el desarrollo de la investigación.
- Realizar la clasificación comercial de la cosecha según cada programa de fertilización.

1.5. Hipótesis

Hipótesis nula Ho: Con el programa de fertilización de los fertilizantes YaraMila y YaraLiva no se obtiene mayor rendimiento por hectárea.

Hipótesis alternativa Ha: Con el programa de fertilización de los fertilizantes YaraMila y Yaraliva se obtiene un mayor rendimiento por hectárea.

1.6. Alcances de la Investigación

La realización de este estudio tiene el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de abonos químicos de la empresa Yara (YaraMila complex, YaraMila rafos y Yaraliva Nitabor) en el cultivo de papa, y evaluar los rendimientos a diferentes dosis.

1.7. Limitaciones de la Investigación

Durante el desarrollo de la investigación pueden ocurrir eventos desfavorables por las condiciones climáticas.

Otra limitante es que las fertilizaciones del área por parte de los productores pueden diferir del programa que se están evaluando y que consiste en fertilizar al momento de la siembra.

La incidencia de plagas y enfermedades pueden afectar el desarrollo de esta investigación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen

Según Thomas (2008) la papa *Solanum tuberosum*, es una planta herbácea anual, originaria de Perú, introducida a Europa durante el siglo XVI, después de la invasión de los españoles en los años 1,532 y 1,572.

El lugar de origen de la papa se ubica cerca del lago Titicaca, que está a 3,800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, América del Sur, en la frontera de Bolivia y Perú. Ahí, según revela la investigación, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del Continente por lo menos unos 7,000 años antes, comenzaron a domesticar las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago (Thomas, 2008).

2.2. Distribución

Thomas (2008) menciona que después de la conquista española en Perú, estos llevaron de regreso a Europa la papa, introduciéndola en las Islas Canarias de España en 1,565. Para 1,573 se cultiva la papa en la península Ibérica, siendo difundida rápidamente en este continente. Pero no fue hasta el siglo XVII, que fue considerada como un alimento por parte de los marineros, que se llevaban los

tubérculos para consumirlos durante sus largas travesías. Así fue como la papa llegó a la India, China y Japón (Thomas, 2008).

2.3. Propiedades Nutricionales

Por razones de que contiene abundantes micronutrientes, sobre todo vitamina C, el cual se puede encontrar en una papa media (150 gramos) consumida con su piel, aporta casi la mitad de las necesidades diarias de un adulto. La papa contiene una cantidad moderada de hierro, pero el gran contenido de vitamina C fomenta la absorción de este mineral. Además, este tubérculo tiene vitaminas B₁, B₃ y B₆, y otros minerales como potasio, fósforo y magnesio, así como folato, ácido pantoténico y riboflavina. También contiene antioxidantes alimentarios, los cuales pueden contribuir a prevenir enfermedades relacionadas con el envejecimiento, y tiene fibra, cuyo consumo es bueno para la salud (Prokop y Albert, 2008).

2.4. Características Morfológicas

La planta es una herbácea anual que alcanza una altura de 40 centímetros y produce como máximo 12 tubérculo por planta, el sistema radical es fibroso, ramificado y extendido superficialmente, pero puede profundizar hasta 0.8 m.

Faiguenbaum, et. al. (1988) indican que la planta posee un tallo principal y a veces varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo. Los

tallos tienen sección angular y en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias. Las hojas son alternas, igual que los estolones. Las primeras hojas tienen aspecto de simples, vienen después las hojas compuestas, imparipinadas con tres a cuatro pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Entre las hojuelas laterales hay hojuelas pequeñas de segundo orden. La inflorescencia es cimosa; las flores son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras; el cáliz es gamosépalo lobulado; la corola es rotácea pentalobulada de color blanco a púrpura, con cinco estambres. El fruto es una baya bilocular de 15 a 30 milímetro de diámetro, color verde, verde-amarillento o verde azulado (Montaldo, 1984).

2.5. Etapas de Desarrollo del Cultivo

2.5.1. Brotación

Cuando fisiológicamente termina el periodo de dormancia o reposo se inicia la fase de brotación en que aparecen los brotes o yemas en el tubérculo.

Según el IDIAP (2012), en esta etapa, además, se presenta una subclasificación de la siguiente manera:

Estado de brotación apical. es cuando el tubérculo presenta un solo brote y no es aconsejable sembrarla porque desarrollaría pocos tallos principales y su producción sería baja; éste brote tiende a impedir el desarrollo de otros brotes. Esta condición

es severa en algunas variedades, lo aconsejable es eliminar el brote apical para permitir la brotación múltiple.

Estado de brotación múltiple. este es el estado ideal para sembrar el tubérculo y esta condición va depender de la variedad, condiciones de madurez de los tubérculos y el manejo durante el almacenamiento.

Estado de envejecimiento. en esta etapa los tubérculos, a medida que envejecen se tornan arrugados y flácidos debido a la pérdida de agua y nutrientes. A pesar de que los productores utilizan los tubérculos en este estado, no se recomienda hacerlo porque no solo han perdido vigor, sino que produce plantas débiles y poco resistentes a factores climáticos adversos, se acelera la germinación y se acorta el periodo vegetativo, con una senescencia temprana e importantes bajas en el rendimiento.

2.5.2. Ciclo Vegetativo

Etapa en donde inicia la formación de tallos, hojas y la producción de fotosintatos, siendo observada entre 30 a 35 días. Anterior a esto los brotes sobreviven con las reservas contenidas en el tubérculo semilla.

Una vez alcanzado un número determinado de hojas, los tallos dejan de crecer y llega la floración (aunque algunas variedades no florecen). Al detenerse el

crecimiento de los tallos aéreos principales, de las yemas en la axila de las hojas comienzan a brotar tallos secundarios los que eventualmente detendrán también su crecimiento para dar lugar en sus ápices a más flores (Toledo, 2016).

Por lo general, esta etapa depende de la variedad utilizada, teniendo que la variedad tuberosum presentan ciclos vegetativos cortos (75 a 100 días), como es el caso de muchas de las variedades que se cultivan en Europa, EE. UU. y Canadá. Al contrario, las variedades andígena, que se cultivan principalmente en Sudamérica, tienden a presentar ciclos vegetativos más largos (de cuatro a seis meses) (Toledo, 2016).

2.5.3. Tuberización

Al momento que cesa el crecimiento de los tallos aéreos principales (30 días después de la siembra), de las yemas de la base del tallo brotan los estolones y crecen hacia los lados hasta que reciben el estímulo hormonal para iniciar la tuberización (Toledo, 2016).

Al iniciar la tuberización cesa el crecimiento en longitud y se ensancha la región sub-apical del estolón. En el inicio se agranda solamente la región sub-apical de la punta del estolón (Colachagua, 2011).

Además de que el fotoperiodo afecta esta etapa, hay que indicar que las temperaturas mayores de 19 grados centígrados disminuyen la tuberización hasta llegar a ser nula, por eso es necesario que las temperaturas se mantengan en un rango de 15-19 grados centígrados, que serían lo ideal para formación de los tubérculos (Toledo, 2016).

2.5.4. Senescencia

La senescencia es el proceso en que la planta llega a su máximo crecimiento y después comienza un decaimiento en la producción de follaje entre los 70 a 80 días después de la siembra.

Colachagua (2011), indica que cuando el crecimiento del follaje comienza a ser más lento y la tasa de senescencia de las hojas se incrementa, el follaje alcanza su máximo tamaño y comienza a declinar.

Aldabe y Dogliotti (2001) señalan que al declinar el crecimiento del follaje en este momento estamos en la fase de máximo crecimiento de los tubérculos. Si la estación de crecimiento es lo suficientemente larga, el follaje muere totalmente en forma natural, y sus azúcares y nutrientes minerales son movilizados y transportados hacia los tubérculos. El crecimiento de los tubérculos continúa hasta que el follaje está casi totalmente muerto.

2.6. Variedad de papa Granola

Es originaria de la empresa alemana Solana Angrar, siendo declarada actualmente de uso libre (Gutiérrez, 2012).

La planta es de ciclo vegetativo intermedio entre 90 a 110 días a cosecha. Posee una cantidad de tallos que van de cuatro a cinco, con hojas medianas de color verde pálido, el crecimiento inicial se da entre los primeros 15 y 30 días siendo un poco lento, el rendimiento es alto con un total de 20 a 50 toneladas por hectáreas (Concepción, 2016).

El tubérculo es de forma oval/redondo, de tamaño mediano a grande, ojos superficiales, piel de color amarilla y pulpa crema, con sólidos totales de 17 por ciento, el almacenamiento es bueno para los productores debido a que presenta un periodo de reposo de tres a cuatro meses (Gutiérrez, 2012).

Se ha comprobado que es resistente al virus de PVY y PVX, medianamente resistente al tizón tardío (*Phytophthora infestans*), resistente a los patotipos R1A, R3A, P3A y P4A del nematodo del quiste de la papa (Concepción, 2016).

2.7. Requerimientos Nutricionales

Según Yara internacional (2019) y Chávez (2017) mencionan que los requerimientos esenciales para el cultivo se basan en macronutrientes y micronutrientes; a continuación, en el Cuadro I, se menciona la función de cada uno de los elementos.

Cuadro I: Requerimientos Nutricionales según su Función y Síntomas.

Macro y micronutriente	Función	Síntomas
Nitrógeno	Crecimiento de follaje y tubérculos.	Se nota una clorosis en las hojas con un color verde amarillento pálido.
Fosforo	Importante para el desarrollo precoz de raíces y brotes.	Deformaciones en márgenes de las hojas, crecimiento reducido, hojas inferiores se doblan hacia abajo.
Potasio	El nitrato de potasio es eficaz en la fase de llenado de los tubérculos.	Deformaciones y clorosis en los bordes y puntas de las hojas inferiores, volviéndose amarillas y más tarde necróticas, los márgenes de las hojas se curvan hacia arriba, crecimiento se retrasa.
Magnesio	Aumenta el contenido de almidón y la resistencia contra enfermedades.	Clorosis en la base de los folíolos o el extremo de la hoja, aparecen parches necróticos terminado con quemaduras en los bordes de las hojas.
Calcio	asegura estabilidad celular, reduce el estrés por calor y daño foliar.	Las hojas más jóvenes mostrarán color verde pálido y se quedan de tamaño pequeño, las puntas se enrollan hacia abajo.
Azufre	Interviene en la fructificación.	Las hojas son de color verde pálido con tamaño reducido, observándose primero en las hojas jóvenes.
Boro	Actúa en el crecimiento de la planta.	Las hojas nuevas son gruesas, se arrugan y están rodeada de una banda de tejido marrón claro. Los ápices vegetativos y las puntas de los bordes mueren.
Cobre	mantiene sano el follaje.	Produce marchitamiento permanente de las plantas, produciendo un enrollamiento hacia adentro de las hojas jóvenes.
Hierro	Es importante para el desarrollo temprano de hojas, crecimiento vigoroso y productivo.	Color verde amarillento de las hojas nuevas, mientras las nervaduras permanecen de color verde oscuro.
Manganeso	Control de las Sarnas pulverulenta y común, calidad de la piel.	Se produce amarillado en todo el foliolo en las hojas jóvenes.
Zinc	Actúan en el metabolismo de	Generalmente, las hojas se vuelven más

Macro y micronutriente	Función	Síntomas
	nitrógeno y contenido de almidón.	pequeñas y la planta se ve atrofiada en su crecimiento. Las hojas se enrollan hacia el interior dando la planta una apariencia como un helecho.

Fuente: Yara internacional, (2019).

2.8. Fertilización Química

La fertilización química consiste en proveer nutrientes esenciales al cultivo y así contribuir con la finalidad de favorecer los cultivos en cuanto a crecimiento y/o desarrollo. En este sentido se evalúa la disponibilidad de nutrientes en el suelo a través de análisis de suelos y/o plantas a través de un proceso de diagnóstico y posteriormente se definen estrategias de fertilización (Ibáñez, 2008).

Para Bautista (2010) el suelo contiene una porción variable de nutriente y en algunos casos presentan deficiencias en algunos de ellos, por lo que es necesario realizar aplicaciones de fertilizantes con la finalidad de proporcionar todos los nutrientes necesarios que requiera la planta para lograr altos rendimientos y mejorar la calidad de las cosechas.

Gutiérrez (2012) considera que la proporción de fertilizante que debe aplicarse al momento de la siembra es de 32 Kilogramos de fertilizante completo por cada 45 Kilogramos de semilla, además este debe ser tapado antes de colocar el tubérculo al fondo del surco. La segunda aplicación de fertilizante debe aplicarse trascurrido 30 días después de la siembra a la proporción de 16 Kilogramos de fertilizante por

cada kilogramo de semilla. Obteniendo un rendimiento promedio de 560.33 sacos de 45 kilogramos por hectárea (Higuera, 2018).

2.9. Características de Fertilizantes Químicos según la Empresa Yara y los Utilizados por los Productores

A continuación, se detalla las características de los fertilizantes químicos según la empresa Yara:

2.9.1. YaraMila Complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM)

YaraMila Complex es una combinación que contiene Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) y está diseñada para maximizar el rendimiento y la calidad del cultivo. Está formulada para responder a las necesidades específicas del cultivo. Cada granulo de YaraMila complex contiene cantidades de NPK balanceadas, además este producto se puede aplicar al voleo o con máquinas fertilizadoras.

El Potasio está presente como Sulfato de Potasio, un producto libre de cloro. El aporte de fósforo es dado como polifosfatos de amonio y de potasio, los cuales son más solubles que los convencionales fosfatos de amonio y no sufren problemas de fijación, además de poseer características quelantes de otros metales en la solución del suelo (Yara internacional, 2019).

Composición química del YaraMila complex: Nitrógeno total (N) 12.4 por ciento (Nitrógeno Nítrico (NO_3) 5.1 por ciento, Nitrógeno Amoniacal (NH_4) 7.3 por ciento), Potasio (K_2O) soluble en agua 17.7 por ciento, Fósforo (P_2O_5) total 11.4 por ciento, Azufre (S) 8.0 por ciento, Magnesio (MgO) soluble en agua 2.65 por ciento, Hierro (Fe) 0.02 por ciento, Zinc (Zn) 0.02 por ciento, Manganeso (Mn) 0.02 por ciento, Boro (B) 0.015 por ciento (Yara internacional, 2019).

2.9.2. Yaraliva Nitabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)

Es un fertilizante que se usa para cuando las plantas requieren aportes de calcio, nitrógeno nítrico y boro para estimular diferentes procesos y ayudar a las condiciones de estrés.

Por su alto contenido de calcio contribuye a un mejor desarrollo de los tejidos jóvenes en tallo, las hojas y raíces proporcionando así un mejor color y calidad del fruto. Además, por su contenido de boro, disminuye el aborto de flores y fruto, proporcionando sinergia entre Ca - B con una mayor movilidad en la planta (Yara internacional, 2019).

Composición química: Nitrógeno (N) 15.4 por ciento, Nitrógeno Nítrico (NO_3) 14.4 por ciento, nitrógeno amoniacal (NH_4) 1 por ciento, calcio (CaO) 25.6 por ciento, boro (B) 0.3 por ciento (Yara internacional, 2019 PA).

2.9.3. Yara Rafos (12-24-12)

Es un fertilizante granular con un alto contenido de fósforo que es especialmente necesario en etapas tempranas del cultivo para promover el desarrollo de raíces y el crecimiento de las plantas. También aporta nitrógeno, potasio, magnesio, azufre, boro y zinc en las primeras etapas del cultivo (Yara internacional, 2019).

Composición química: nitrógeno 12 por ciento (nitrógeno nítrico 3.2 por ciento, nitrógeno amoniacal 8.88 por ciento), fosforo 24 por ciento, potasio 12 por ciento, magnesio dos por ciento, azufre uno por ciento, Boro 0.04 por ciento, Zinc 0.02 por ciento (Yara internacional, 2019).

2.9.4. Fertica (12-24-12)

Según la empresa este fertilizante va a favorecer al cultivo en el crecimiento de las raíces en las etapas primarias del cultivo y además suministra una cantidad balanceada de nutrientes.

Esta fórmula de fertilizante es utilizada para obtener máximos rendimientos en caña de azúcar, hortalizas y granos básicos, y puede ser utilizado también en café cuando el análisis de suelos refleje un nivel bajo de fósforo Fertica (2019).

Composición química: nitrógeno 12 por ciento, fosforo 24 por ciento, potasio 12 por ciento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación Geográfica

El ensayo se estableció en Bajo Grande que pertenece al corregimiento de Cerro Punta, Distrito de Tierras Altas, Provincia de Chiriquí, del 7 de junio a 14 de octubre de 2019. Su posición geográfica es 8°51'31.7196" latitud norte y 82°33'6.359" longitud oeste.

3.2. Diseño Experimental

Se usó el diseño experimental de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, de los cuales están representados por: un testigo y tres tratamientos con los fertilizantes químicos de la marca YaraMila y Yaraliva.

El Modelo lineal para utilizar para contrastar la hipótesis de igualdad de medias se puede escribir de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \text{ con } i = 1, \dots, a \text{ y } j = 1, \dots, n$$

a= Denota la cantidad de poblaciones o tratamientos en evaluación.

n= Cantidad de unidades experimentales que se evaluarán de cada población.

Y_{ij}= Es la j-ésima observación de la i-ésima población.

μ = Media general

T_i = Efecto de la i -ésima población.

ε_{ij} = Componente aleatorio que representa el error experimental asociado a la observación ij . Usualmente se supone que este término de error es independiente de los otros, y distribuidos como una normal con esperanza 0 y varianza σ^2 para todo i, j .

3.3. Tratamientos

Para la realización del ensayo se utilizaron cuatro tratamientos de fertilización que a continuación se detallan:

T₀: Testigo: la primera se realizó a los ocho días después de la siembra, utilizándose 1800 kg/ha del fertilizante completo (12-24-12), y a los treinta días después de la siembra se aplicaron 900 kg/ha del fertilizante completo (12-24-12).

T₁: con este tratamiento la fertilización se realizaron 2 aplicaciones; la primera a la siembra mediante la mezcla de las siguientes dosis de fertilizantes por hectárea:

a) YaraMila Rafos (12-24-12). Dosis al momento de la siembra de 750 kg.

b) YaraMila Complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM). Dosis en la siembra 400 kg.

b) Yaraliva Nitabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)). Dosis en la siembra 150 kg.

Y la segunda a los 30 días después de la siembra se aplicaron los fertilizantes.

YaraRega (13-4-25) y Yaraliva Nitrorbor ambos a la dosis de 200 kg/ha.

T₂: para este tratamiento se fertilizo a la siembra, mezclando las fórmulas YaraMila Rafos (12-24-12) a una dosis de 1000 kg/ha y Yaraliva Nitrorbor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)) a una dosis de 200 kg/ha.

Y a los 30 días después de la siembra se aplicaron los fertilizantes YaraRega (13-4-25) y Yaraliva Nitrorbor ambos a la dosis de 200 kg/ha.

T₃: este tratamiento se aplicó en la siembra y se mezclaron a una dosis de 1200 kg/ha del fertilizante YaraMila Complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM) y Yaraliva Nitrorbor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)) a una dosis de 200 kg/ha.

Y a los 30 días después de la siembra se aplicaron los fertilizantes YaraRega (13-4-25) y Yaraliva Nitrorbor ambos a razón de 200 kg/ha.



Figura 1: Distribución de los Tratamientos del Ensayo en Campo.

Fuente: El Autor.

3.4. Variables a Evaluar

3.4.1. Clasificación de la papa

Se realizó la clasificación de los tubérculos según su tamaño y estado físico en papa comercial, papín, semilla y descarte, para luego ser analizados estadísticamente según los datos obtenidos en campo de las cosechas de los surcos centrales de cada tratamiento.

Papa comercial. Se seleccionaron los tubérculos cuyos diámetros van de 45 a 90 milímetros.

Papín. Se incluyó los tubérculos con diámetros que van de 30 a 45 milímetros.

Tubérculos usados como semilla. Estas tenían los diámetros que van de 30 a 45 milímetros. En algunos casos se procede a pesar los tubérculos con valor de 35 a 70 gramos.

Descarte. Se basa en todos aquellos tubérculos que no cumplen las condiciones para ser catalogadas como papa comercial, papín o semilla, y algunas imperfecciones como daños por luz solar, plagas, mecánicos.

3.4.2. Números de Tallos

Este es una variable para tomar en cuenta al determinar la densidad de siembra, debido a que los tubérculos producen más de un tallo y estos son considerados como una planta más.

La medición se realizó con observaciones en campo cada 10 días a partir de los 10 días después de la siembra, hasta cumplir los 30 días después de la siembra, tomando en cuenta que esta se hace desde la base del tallo, debido a que estas producen tallos laterales que se confunde con tallos principales.

3.4.3. Identificación de Plagas y Enfermedades

Se hizo mediante las observaciones en cada una de las unidades experimentales de los distintos bloques para identificar las distintas plagas insectiles y fitopatógenos, con el propósito de hacer aplicaciones preventivas de insecticidas y funguicidas.

3.5. Manejo Agronómico

3.5.1. Preparación del Suelo

Se realizó mediante la preparación mecánica utilizando un tractor agrícola con el implemento rotoarado, con el propósito de desmenuzar las partículas de suelos y restos de material vegetal de cultivos anteriores, y así facilitar el surcado del terreno.

Luego se realizó la medición y confección de las unidades experimentales con dimensiones de cinco metros de largo y 2.8 metros de ancho, siendo un área total del tratamiento de catorce metros cuadrado y entre si estaban separadas a 0.5 metros y 0.5 metros de calle.

3.5.2. Selección del Tubérculo

Se utilizó el tubérculo nacional de la variedad granola de tercera siembra, estos fueron almacenados en una bodega semicerrada con una luz tenue durante 3 meses, para obtener unos brotes primarios y se seleccionaron aquellos que tenían un peso de 40 a 70 gramos, con el propósito de que fueran homogéneos.

3.5.3. Siembra

La siembra se hizo manualmente, colocando la gallinaza y la cal al fondo del surco con cantidades de 55.45 kilogramos y 1.30 kilogramos por unidad experimental respectivamente, esto al igual que los fertilizantes se taparon con una capa de suelo a profundidad de cinco centímetros con el propósito de evitar el contacto directo con los tubérculos.

La distancia entre planta fue de 40 centímetros logrando sembrar 12 tubérculos por surco y la distancia entre hilera era de 70 centímetros, cada unidad experimental tenía 48 tubérculos, y la densidad total de cada tratamiento fue de 34, 285 tubérculos por hectárea.

Luego se colocó una capa de cinco centímetros de suelo para tapar los tubérculos para tener una germinación homogénea en todas las unidades experimentales.

3.5.4. Fertilización

Se hicieron dos aplicaciones, a la siembra y a los 30 días; y para el testigo se utilizó una fórmula química completa 12-24-12 a dosis de 900 kilogramos por hectárea, siendo aplicada ocho días después de la siembra y la segunda a los 30 días.

3.5.5. Aporque

Esta labor se realizó a los treinta días después de la siembra para distintos propósitos: controlar las malezas, incorporar los fertilizantes de cada tratamiento al suelo para evitar que se pierda por escorrentía, también evitar que el tubérculo en crecimiento reciba la luz del sol directa y evitar en los mismos un color verde debido a la transformación de clorofila y algunas veces funciona como barrera para evitar ataques de plagas como la polilla de la papa.

3.5.6. Manejo de Malezas

Se hicieron varios controles para evitar la presencia de las malezas y que compitan por espacio y nutrientes, además que fueran hospederas de plagas y enfermedades. La primera labor de control se realizó un mes antes de la siembra, utilizando un herbicida de contacto no selectivo a base de Paraquat a la dosis de 50 mililitros por 10 litros de agua.

A los 15 días después de la siembra se requirió una segunda aspersión para hacer un control de diversas malezas tales como Pasto de invierno (*Poa annua*), Albahaca silvestre (*Galinsoga parviflora*), Bolsa del pastor (*Capsella bursapastoris*), Yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), Mostaza o nabo de campo (*Brassica rapa*), que fueron controladas con el herbicida selectivo a base de Tronar 70 WDG (Triazina-Metribuzina) a una dosis de 5 gramos para 20 litros de agua; además se aplicó un graminicida pos emergente a base de Select 12 EC (Clethodim) a una dosis de 50 mililitros para 20 litros de agua.

3.5.7. Control de las Plagas

El control de insecto se hizo de forma preventiva durante todo el desarrollo del cultivo, el mismo se inició con aplicaciones a los 15 días después de la siembra de los plaguicidas Avaunt 30 WG (indoxacarb) y tigre 25 EC (Cipermetrina) a dosis de 50 mililitros para 20 litros de agua, para el control de *Spodoptera spp.*, *Gnorimoschema operculella*, *Agrotis sp.* Después se hicieron cuatro aspersiones con un intervalo de tiempo de seis a siete días entre cada una, hasta cumplir 50 días de edad del cultivo.

Otra plaga por controlar es la *Liriomyza spp.*, agente causal del secado de la hoja, al estar presente sus larvas en las hojas estas perforan su interior dejando áreas necrosadas, su control se realizó a partir de los 27 días después de sembrado con el producto Cirox 75 WP (ciromazina) a dosis de 2 gramos para 20 litros de agua,

después se realizaron aplicaciones con un intervalo de tiempo cada seis a siete días hasta completar 50 días de edad del cultivo.

Otro producto utilizado es Tempano 32.8 WP (lambdacihalotrina) a una dosis de 6 gramos para 20 litros de agua a partir de los 43 días de edad del cultivo y con intervalos de cada seis a siete días hasta cumplir 85 días de edad, para el control de las plagas *Myzus persicae*, *Bemisia spp.*, *Liriomyza spp.*, *Scrobipalopsis sp.*

A los 56 días después de la siembra se realizaron aplicaciones preventivas para el control de la polilla de la papa (*Tecia solanivora*, *Phthorimaea operculella*, *Scrobipalopsis sp.*), realizando rotaciones de los insecticidas Tempano 32.8 WP a una dosis de 6 gramos para 20 litros de agua, Orthene 97 SG (acefato) a una dosis de 8 gramos para 20 litros de agua, Swat 75 WG (chlorpyrifos) con una dosis de 10 gramos para 20 litros de agua hasta completar 85 días de edad del cultivo.

3.5.8. Manejo de Fitopatógenos

El principal fitopatógeno por controlar es el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), el cual se realizaron aplicaciones preventivas principalmente, a partir de los 15 días después de la siembra, con productos a base de Ridomil Gold MZ 68 WP (metalaxyl-mancozeb) a una dosis de 12 gramos por 20 litros de agua y Antracol 70 WP (propineb) 12 gramos para 20 litros de agua. Después se hicieron aplicaciones cada 6 a 7 días con los productos Curzate 72 WP (cymoxanil-mancozeb) a razón de

20 gramos por 20 litros de agua, Zampro DM 52.5 SC (ametoctradin) a una dosis de 75 mililitros para 20 litros de agua, Verita 71,1 WG (fedamidone) 16 gramos para 20 litros de agua, estos productos se utilizaron en rotación hasta cumplir 85 días de edad del cultivo.

3.5.9. Cosecha

Antes de realizarla se procedió a una chapea, 3 días antes de la cosecha para facilitar la recolección de los tubérculos. Al momento de realizar la cosecha el cultivo tenía 128 días después de la siembra, se recolectaron solamente los dos surcos centrales de cada tratamiento para evitar el efecto de borde, luego se clasifico los tubérculos por tamaño y pesados para su posterior análisis estadístico.

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de los Resultados de las Variables Investigadas

4.1.1. Determinación del Número de Tallos a los 10 días

Mediante el análisis de varianza en el cuadro II, para la variable número de tallos a los 10 días, se encontró que en los tratamientos hay diferencia significativa por lo tanto se decide rechazar la hipótesis nula, afectando el nivel de confiabilidad, al presentar un coeficiente de variación muy alto de 63.28%. Este factor puede haberse afectado al caerse la yema apical de los tubérculos por el traslado al realizar la siembra.

Cuadro I: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Número de Tallos a los 10 días.

Fuente de variación	Cuadrados totales	GL	Cuadrado medio	Fc
Bloques	2.19	3	0.73	1.63 ^{N.S.}
Tratamientos	6.69	3	2.23	4.95*
Error total	4.06	9	0.45	
C.V. 63.28%	12.94	15		

*: Diferencia significativa.

N.S.: no existe diferencia significativa.

Fuente: El Autor.

Adicionalmente, cabe resaltar, que en esta ocasión se procede a realizar una de las pruebas de diferencia mínima significativa (Duncan) debido a que se observa en el análisis de varianza que en la prueba “f” se demuestra que al 95 por ciento hay diferencias significativas.

En la prueba de comparación de Duncan se demuestra que los tratamientos tres y dos superan a los demás tratamientos (testigo y tratamiento uno) en cuanto a los números de tallos a los diez días, Cuadro III.

Cuadro II: Resultado de la Prueba de Comparación de Duncan de la Variable
Número de Tallos a los 10 días.

Tratamientos	Promedio de tratamientos	Letras
T3: YaraMila Complex(12-11-18-3-0-8(S)+EM) y YaraLiva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	2	A
T2: YaraMila Rafos (12-24-12) y YaraLiva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	1.25	A B
T0 Fertica (12-24-12)	0.75	B C
T1: YaraMila Rafos (12-24-12), YaraMila Complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM), YaraLiva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	0.25	B C

Medias con una letra en común no tienen diferencias significativas al 5%.

Fuente: El Autor.

4.1.2. Determinación del Número de Tallos a los 20 días

La evaluación a los 20 días después de la siembra para determinar los números de tallos Anexo VI. El análisis de varianza Cuadro IV para la variable número de tallos a

los 20 días, indica que existe diferencias significativas al 5 por ciento entre los tratamientos con un coeficiente de variación medio de 25.68 por ciento.

Cuadro III: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Número de Tallos a los 20 días

Fuente de variación	Cuadrados totales	GL	Cuadrado medio	Fc
Bloques	0.69	3	0.23	0.82 ^{N.S.}
Tratamientos	3.69	3	1.23	4.39*
Error	2.56	9	0.28	
total	6.94	15		
C.V. 25.68 %				

*: Diferencia significativa

N.S.: no existe diferencia significativa

Fuente: El Autor.

Mediante la prueba de comparación de Duncan se demuestra que los tratamientos tres y el testigo superan a los demás tratamientos (tratamiento dos y tratamiento uno) en cuanto a los números de tallos a los veinte días **Cuadro V**.

Cuadro IV: Resultado de la Prueba de Comparación de Duncan de la Variable

Tratamientos	Promedio de tratamientos	Letras
T3: YaraMila Complex(12-11-18-3-0-8(S)+EM) y YaraLiva Nitrorbor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	2.75	A
T0 Fertica (12-24-12)	2.25	A B
T1: YaraMila Rafos (12-24-12), YaraMila Complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM), YaraLiva Nitrorbor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	1.75	B C
T2: YaraMila Rafos (12-24-12) y YaraLiva Nitrorbor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	1.5	B C

Nú
mer
o
de
Tall
os
a
los

20 días.

Medias con una letra en común no tienen diferencias significativas al 5%.

Fuente: El Autor.

4.1.3. Determinación del Número de Tallos a los 30 días

En la evaluación de los números de tallos a los 30 días después de la siembra **Anexo VII** el análisis de varianza **Cuadro VI** se demostró que no existe diferencias significativas entre bloques ni tratamientos a 5% de significancia, por lo tanto, se decide aceptar la hipótesis nula, validando el nivel de confiabilidad con un valor medio de 16.63 por ciento.

Cuadro V: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Número de Tallos a los 30 Días.

Fuente de variación	Cuadrados totales	GL	Cuadrado medio	Fc
Bloques	0.75	3	0.25	1.31 ^{N.S.}
Tratamientos	1.25	3	0.41	2.15 ^{N.S.}
Error	1.75	9	0.19	
total	3.75	15		
C.V. 16.63%				

N.S.: no existe diferencia significativa

Fuente: El Autor.

4.2. Identificación de Plagas y Enfermedades

Las plagas que se identificaron fueron *Liriomyza spp.*, *Myzus persicae* y *Bemisia spp.* **Anexo IV.**

En cuanto a las enfermedades las más común fue el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) Anexo VI.

No hubo una gran incidencia de plagas y enfermedades, debido a el control preventivo que se realizó durante la realización del ensayo.

A los 58 días después de la siembra se identificó la presencia de la bacteria Gram negativo *Erwinia carotovora*, observándose solamente en tres plantas en los tratamientos dos en el bloque 2 y en el tratamiento 1 bloque 3.

4.3. Rendimiento

4.3.1. Papa Comercial

Se procedió a recolectar los tubérculos por tratamientos para ser pesados en kilogramos **Anexo III**. El análisis de varianza (ANOVA) **Cuadro VII** para la variable de clasificación de papa comercial no existe diferencias significativas a 5% por lo que se acepta la hipótesis nula.

El coeficiente de variación es alto (37.68 por cientos) afectando el nivel de confiabilidad. Una de las causas puede ser por las condiciones topográficas inclinadas del terreno, provocando un desequilibrio en los aportes de fertilización en la parte alta de la parcela.

Cuadro VI: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable papa Comercial.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado medio	F calculada
Bloques	148.30	3	49.43	0.49^{N.S.}
Tratamientos	688.19	3	229.39	2.31^{N.S.}
Error	893.08	9	99.23	
total	1,729.57	15		
C.V. 37.68%				

N.S.: no existe diferencia significativa

Fuente: El Autor

4.3.2. Papín

Esta es una categoría de papa comercial que muy poco se comercializa debido a que los productores utilizan este material para futuras siembras o en ciertos casos lo desechan. Los datos de campo se observan en el Anexo III.

El análisis de varianza **Cuadro VIII** para la variable de clasificación de papa comercial (papín) se demostró que no existe diferencias significativas.

Cuadro VII: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Papín.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F calculada
Bloques	5.34	3	1.78	1.50^{N.S.}
Tratamientos	0.41	3	0.13	0.11^{N.S.}
Error	10.64	9	1.18	
total	16.40	15		
C.V. 47.22				

N.S.: no existe diferencia significativa

Fuente: El Autor.

4.3.3. Tubérculo Usado como Semilla

Al observar los datos de campo en el anexo III.

El análisis de varianza **Cuadro IX** para la variable de clasificación de papa destinada para semilla, se demostró que no existe diferencias significativas.

Cuadro VIII: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Semilla.

Fuente de variación	Suma Cuadrados	GL	Cuadrado medio	F calculada
Bloques	15.72	3	5.24	1.75^{N.S.}
Tratamientos	14.08	3	4.69	1.57^{N.S.}
Error	26.86	9	2.98	
total	56.66	15		
C.V. 32.38%				

N.S.: no existe diferencia significativa

Fuente: El Autor.

4.3.4. Papa de Descarte

Se demostró que no existe diferencias significativas en el parámetro papa de descarte.

Cuadro IX: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Descarte.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado medio	F calculada
Bloques	41.55	3	13.85	1.23 ^{N.S.}
Tratamientos	22.74	3	7.58	0.67 ^{N.S.}
Error	100.56	9	11.17	
total	164.85	15		
C.V. 35.59%				

N.S.: no existe diferencia significativa

Fuente: El Autor

4.4. Rendimiento Total

Estos datos se obtuvieron de la sumatoria del rendimiento de la papa destinada para comercializar más el rendimiento de la papa comercializada papín y los tubérculos destinados para la siembra de cada tratamiento. El análisis de varianza **Cuadro XI** para la variable rendimiento total, demostró que no existe diferencias significativas entre tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

Cuadro X: Resultado del Análisis de Varianza de la Variable Rendimiento Total.

Fuente de variación	Cuadrados totales	GL	Cuadrado medio	Fc
Bloques	326.09	3	108.70	1.00 ^{N.S.}
Tratamientos	899.07	3	299.69	2.72 ^{N.S.}
Error	992.60	9	110.29	
total	2 217.75	15		
C.V. 30.82 %				

N.S.: No existe diferencia significativa.

Fuente: El Autor.

4.5. Rendimiento Total en Toneladas por Hectáreas

Estos datos se obtuvieron al transformar primeramente los resultados de los rendimientos totales a hectárea y luego se hizo la conversión de los kilogramos a toneladas. Obteniendo resultado de mayor rendimiento en toneladas por hectáreas de 30.77 perteneciente al tratamiento tres (YaraMila complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM) y Yaraliva Nitabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B)) **Cuadro XIII**. Este resultado es debido a que la mezcla de estos dos fertilizantes brindaron un porcentaje mayor de nitrógeno para favorecer tanto el crecimiento de la planta y el follaje, y también sobre el crecimiento más homogéneo en la fase de tuberización; en cuanto al fósforo, se presenta en menor cantidad que las fórmulas tradicionales pero de igual forma fue eficaz para el desarrollo precoz de las raíces y brotes, al igual su importancia se vio reflejado en la cantidad de tubérculos por planta; el potasio al estar en mayor cantidad se vio reflejado al obtener tubérculos de tamaño homogéneo; el azufre promovió la fructificación; en cuanto a los elementos calcio al igual que el boro, actuaron en el desarrollo de los tejidos jóvenes (tallos, hojas, raíces) y durante el llenado de tubérculos favoreció el crecimiento; al final se obtuvieron mayor cantidad de tubérculos con un tamaño homogéneo y adecuado para ser catalogado como papa para comercializar; superando al testigo con un valor de 25.85 toneladas por hectáreas **Cuadro XIII**, estos resultados son aceptables provisionalmente debido a que, si son comparados con los rendimientos reportados por parte de los productores de 20 a 50 toneladas por hectáreas, se observa que está dentro del rango, por lo que se requiere de otras investigaciones.

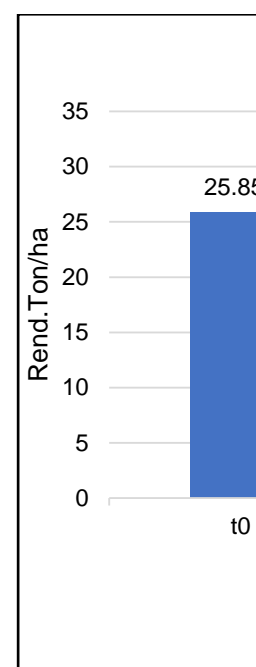
Cuadro XI: Rendimiento Total de los Tratamientos en Toneladas por Hectáreas.

Tratamientos	Formulaciones de fertilizantes	Rendimiento Ton. /ha
--------------	--------------------------------	-------------------------

T ₀	Fertica (12-24-12)	25.85
T ₁	YaraMila Rafos (12-24-12) YaraMila Complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM) YaraLiva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	15.92
T ₂	YaraMila Rafos (12-24-12) YaraLiva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	24.77
T ₃	YaraMila Complex(12-11-18-3-0-8(S)+EM) YaraLiva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	30.77

Fuente: El Autor.

Gráfica 1: Rendimiento Total en Toneladas por Hectáreas.



Fuente: El Autor.

5. CONCLUSIONES

1. Los resultados de los rendimientos indican que los fertilizantes YaraMila complex y Yaraliva Nitabor no presentan diferencias significativas con los programas de fertilización convencionales que utilizan los productores por lo que contribuye una nueva alternativa.
2. Durante el desarrollo de esta investigación las plagas presentes en el cultivo fueron *Liriomyza spp.*, *Myzus persicae* y *Bemisia spp.* La ausencia de la polilla de la papa se debió a que se presentaron condiciones climáticas desfavorables para su reproducción y también al realizar las aplicaciones preventivas de plaguicidas.
3. En cuanto a enfermedades fitopatológicas de la presencia del tizón tardío (*Phytophthora infestans*), no se presentó una gran incidencia debido a los controles preventivos durante la realización del ensayo.

6. RECOMENDACIONES

1. Realizar esta investigación en otra región para evaluar y comparar los resultados con los obtenidos de esta investigación.
2. Se sugiere el uso del tratamiento de mayor rendimiento total, en este caso sería el tratamiento tres, por lograr el mayor rendimiento en toneladas por hectárea.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldabe, L.; Dogliotti, S. 2001. Anatomía de la planta de papa. (en línea). El Mantaro, PE. Consultado 21 May. 2019. Disponible en <file:///C:/Users/Joaco/OneDrive/Documentos/material%20para%20trabajo%20de%20tesis%20fert.%20en%20papa/fertilizantes%20organicos%20e%20inorganicos%20en%20papa.pdf>

Aviles Chaves, J.; Piedra Naranjo, R.2017. Manual del cultivo de papa en Costa Rica (*Solanum tuberosum*). (en línea). San José, CR. Consultado 11 jun. 2019. Disponible en: <file:///C:/Users/Joaco/OneDrive/Documentos/material%20para%20trabajo%20de%20tesis%20fert.%20en%20papa/fertilizantes%20organicos%20e%20inorganicos%20en%20papa.pdf>

Axayácatl, O. 2020. Estadística agrícola de papa: producción, superficie y rendimiento (FAOSTAT). (en línea). Consultado 11 de jun. 2022. Disponible en <https://blogagricultura.com/estadisticas-papa-produccion/>

Bautista, G., León, W., Rojas, A. 2010. Evaluación del rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). Variedad chaucha con el manejo fisionutricional frente al manejo tradicional de la hacienda San Patricio ubicada en la Parroquia Tomebamba del Cantón Paute provincia del Azuay. Tesis Ing. Agrop. Industrial. Azuay, EC. Universidad Politécnica Salesiana. 205p.

Centro Internacional de la papa (CIP). 2019. Datos y cifras de la papa. (en línea). Consultado 30 de jun. 2019. Disponible en <https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/>

CIP. 2008. Año internacional de la papa: La planta. (en línea). Consultado 2 abr. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/potato-2008/es/index.html>

Colachaguas Canales, C. 2011. Fertilización orgánica e inorgánica en la producción de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Canchan, en la localidad de Hualahoyo y El Mantaro. (en línea). El Mantaro, PE. Consultado 21 mayo 2019. Disponible en <file:///C:/Users/Joaco/OneDrive/Documentos/material%20para%20trabajo%20de%20tesis%20fert.%20en%20papa/fertilizantes%20organicos%20e%20inorganicos%20en%20papa.pdf>

Concepción, K. 2016. Evaluación de variedades de papa (*Solanum tuberosum*) provenientes de la asociación de papas de Estados Unidos (potatoes USA) para el estudio de su adaptación a las condiciones de Cerro Punta. Tesis Ing. Agr. en cultivos tropicales. Panamá. UP. 9 p.

Contraloría General de la República de Panamá. 2010. Papa, explotaciones, superficie sembrada, pérdida, mecanizada, abonada, regada, cosecha, explotaciones que vendieron y cantidad vendida, en la república, según provincia, comarca indígena, distrito y corregimiento: año agrícola 2010/11. (en línea). PA. Consultado 30 jun. 2019. Disponible en <https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P4791CUADRO14.pdf>

Faiguenbaum, M; Zunino, P. 1988. Biología de cultivos anuales papa: características morfológicas. (en línea). CL. Consultado 2 abr. 2019. Disponible en <file:///C:/Users/Joaco/OneDrive/Documentos/material%20para%20trabajo%20de%20tesis%20fert.%20en%20papa/fertilizantes%20organicos%20e%20inorganicos%20en%20papa.pdf>

FAO. 2007. América latina. (en línea). Consultado 30 sep. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/i0500s/i0500s03f.pdf>

Gámez Borrás, Y. 2017. Efecto del número de tallos en el crecimiento y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Royal. Tesis Ing. Agr. Santa Clara, CU, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. 35p.

Gutiérrez, A. 2012. IDIAP. Producción artesanal de tubérculo semilla papa en campo de productores. (en línea). PA. Consultado 24 mayo 2019. Disponible en <http://www.idiap.gob.pa/agricola/>

Gutiérrez, A. 2012. IDIAP. Variedades de papa en Panamá y dosis adecuada de fertilización. (en línea). PA. Consultado 24 mayo y 4 de oct. de 2019. Disponible en <http://www.idiap.gob.pa/agricola/>

Grupo Fertica. 2019. Formula química 12-24-12. (en línea). Consultado 11 jun. 2019. Disponible en <http://www.fertica.com/index/formula-quimica-grado-12-24-12/#.XRLybihKjIV>

Ibáñez, J. J. 2008. ¿Qué es la fertilidad del suelo?: Fertilidad Física, Química y Biológica. (en línea). Consultado 11 abr. 2019. Disponible en <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/01/29/83481>

Manual técnico del cultivo de papa bajo buenas prácticas agrícolas. (en línea). CO.

Consultado 7 mayo 2019. Disponible en
file:///C:/Users/Joaco/OneDrive/Documentos/material%20para%20trabajo%20de%20tesis%20fert.%20en%20papa/MANUAL%20PAPA_0.pdf

Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de papa. (en línea). Consultado 2 abr.

2019. Disponible en
file:///C:/Users/Joaco/OneDrive/Documentos/material%20para%20trabajo%20de%20tesis%20fert.%20en%20papa/fertilizantes%20organicos%20e%20inorganicos%20en%20papa.pdf

MIDA. 2020. Dirección de agricultura cierre agrícola año 2019-2020. (en línea).

Consultado 11 jun. 2022. Disponible en https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2021/03/cierre__agricola-2020.pdf?csrt=911009857566711802

Orellana, J.; Camacho, H. 2013. Programa de fertilización en papa. (en línea)

Santiago, CL. Consultado 10 abr. 2019. Disponible en
file:///C:/Users/Joaco/OneDrive/Documentos/material%20para%20trabajo%20de%20tesis%20fert.%20en%20papa/Programa_COMPO_Papas.pdf

Prokop, S.; Albert, J. 2008. Año internacional de la papa: la papa, la alimentación y nutrición. (en línea). Consultado 2 abr. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/potato-2008/es/index.html>

Thomas, G. 2008. Año internacional de la papa: el cultivo. (en línea). Consultado 2 abr. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/potato-2008/es/index.html>

Toledo, M. 2016. Cultivo de papa en Honduras. (en línea). HN. Consultado 7 mayo. 2019. Disponible en <file:///C:/Users/Joaco/OneDrive/Documentos/material%20para%20trabajo%20de%20tesis%20fert.%20en%20papa/BVE17069070e.pdf>

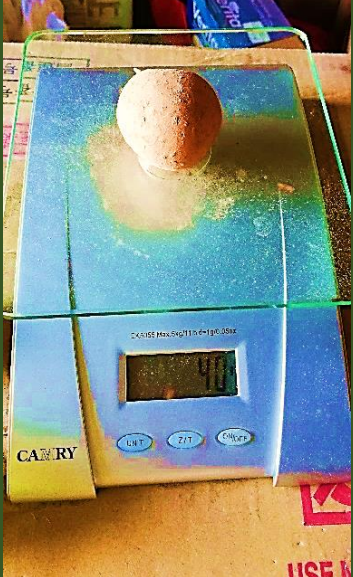



Yara Internacional. 2019. Nutrición vegetal papa. (en línea). PA. Consultado 11 jun. 2019. Disponible en: <https://www.yara.com.pa/nutricion-vegetal/papa/>

8. ANEXOS

Anexo II: Distribución al Azar de los Diferentes Tratamientos en los Bloques.

Bloques	Tratamientos			
RI	T0	T3	T2	T1
RII	T1	T0	T3	T2
RIII	T2	T1	T0	T3
RIV	T3	T2	T1	T0

Anexo II: Selección de la Semilla por el Peso y Edad Fisiológica

1. Peso de la semilla 40 gramos	1. Peso de la semilla 70 gramos
	
2. Edad fisiológica acta para sembrar	2. Edad fisiológica no acta para sembrar
	

Anexo III: Datos de campo sobre los rendimientos según su peso en kilogramos de la clasificación comercial de la papa.

PAPA COMERCIAL					
Formulaciones (tratamientos)	Bloques				Total (Trat.)
	I	II	III	IV	
T0 (12+24+12)	25.55	43.85	11.45	32.6	113.45
T1 (YaraMila rafos + YaraMila complex + YaraMila Nitrorbor)	11.65	6.6	13.65	31.95	63.85
T2 (YaraMila rafos + YaraMila Nitrorbor)	29.5	25.1	30.6	24.25	109.45
T3 (YaraMila complex + YaraMila Nitrorbor)	42.3	30.4	31.3	32.15	136.15
Total, bloques	109	105.95	87	120.95	422.9
PAPÍN					
Formulaciones (tratamientos)	I	II	III	IV	Total (Trat.)
T0 (12+24+12)	1.1	1.5	3.3	4.15	10.05
T1 (YaraMila rafos + YaraMila complex + YaraMila Nitrorbor)	3.3	1.5	1.5	2.85	9.15
T2 (YaraMila rafos + YaraMila Nitrorbor)	3.5	1.5	0.85	2.4	8.25
T3 (YaraMila complex + YaraMila Nitrorbor)	1.95	3.05	1.1	3.3	9.4
Total, bloques	9.85	7.55	6.75	12.7	36.85
SEMILLA					
Formulaciones (tratamientos)	I	II	III	IV	Total (Trat.)
T0 (12+24+12)	4.85	5.25	3.3	7.9	21.3
T1 (YaraMila rafos + YaraMila complex + YaraMila Nitrorbor)	2.6	2.85	5.5	5.25	16.2
T2 (YaraMila rafos + YaraMila Nitrorbor)	7.45	4.6	4.4	4.6	21.05
T3 (YaraMila complex + YaraMila Nitrorbor)	7.7	5.95	3.7	9.45	26.8
Total, bloques	22.6	18.65	16.9	27.2	85.35

Anexo III: Presencias de plagas (1, 2), y enfermedades presentes en el cultivo (3, 4).



Anexo V: Datos de campo sobre la determinación de número de tallos a los 10 días de edad del cultivo.

Número de tallos a los 10 días de edad del cultivo (18 de junio 2019)						
Formulaciones (tratamientos)	Bloques				Total (Trat.)	Media Racional (Trat)
	I	II	III	IV		
T ₀ (12+24+12)	1	0	0	2	3	0.75
T ₁ (YaraMila rafos + YaraMila complex + YaraMila Nitrabor)	0	0	1	0	1	0.25
T ₂ (YaraMila rafos + YaraMila Nitrabor)	1	0	2	2	5	1.25
T ₃ (YaraMila complex + YaraMila Nitrabor)	2	2	2	2	8	2
Total, bloques	4	2	5	6	17	

Anexo VI: Datos de campo sobre la determinación de número de tallos a los 20 días de edad del cultivo.

Número de tallos a los 20 días de edad del cultivo (29 de junio 2019)						
Formulaciones (tratamientos)	Bloques				Total (Trat.)	Media Racional (Trat)
	I	II	III	IV		
T ₀ (12+24+12)	2	2	2	3	9	2.25
T ₁ (YaraMila rafos + YaraMila complex + YaraMila Nitrabor)	2	2	1	2	7	1.75
T ₂ (YaraMila rafos + YaraMila Nitrabor)	2	2	1	1	6	1.5
T ₃ (YaraMila complex + YaraMila Nitrabor)	3	3	3	2	11	2.75

Anexo VII: Datos de campo sobre la determinación de número de tallos a los 30 días de edad del cultivo.

Número de tallos a los 30 días de edad del cultivo (6 de julio 2019)						
Formulaciones (tratamientos)	Bloques				Total (Trat.)	Media Racional (Trat)
	I	II	III	IV		
T ₀ (12+24+12)	3	3	2	3	11	2.75
T ₁ (YaraMila rafos + YaraMila complex + YaraMila Nitrabor)	2	2	3	3	10	2.5
T ₂ (YaraMila rafos + YaraMila Nitrabor)	2	2	2	3	9	2.25
T ₃ (YaraMila complex +YaraMila Nitrabor)	3	3	3	3	12	3

Anexo VIII: Comparación de las Medias de las Variables.

Tratamiento	Número de tallos a los según días			Papa comercial	Papín	Semilla	Desperdicio	Rendimiento total
	10	20	30					
T0 Fertica (12-24-12)	0.75 BC	2.25 AB	2.75 AB	28.36 AB	2.51 A	5.32 AB	11.25 A	36.2 AB
T1: YaraMila Rafos (12-24-12), YaraMila Complex (12-11-18-3-0-8(S)+EM), YaraLiva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	0.25 BC	1.75 BC	2.50 ABC	15.96 BC	2.28 ABC	4.05 ABC	9.37 AB	22.3 BC
T2: YaraMila Rafos (12-24-12) y YaraLiva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	1.25 AB	1.5 BC	2.25 BC	27.36 ABC	2.06 ABC	5.26 ABC	9.00 ABC	34.69 ABC
T3: YaraMila Complex(12-11-18-3-0-8(S)+EM) y YaraLiva Nitrabor (15-0-0 + 26 (CaO) + 0.3 (B))	2 A	2.75 A	3 A	34.03 A	2.35 AB	6.70 A	7.95 ABC	43.09 A

Medias con una letra en común no tienen diferencias significativas al 5%.