

“Efecto de la aplicación de stevia (*Stevia Rebaudiana* Bertoni), en la fase de tuberización del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)”



Simón Alexander Quiroz Atiz  
Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario (EDIA)  
Universidad Politécnica Estatal Del Carchi (UPEC)  
Av. Universitaria y Antisana  
Tulcán - Carchi – Ecuador  
[alexisaimon@yahoo.com](mailto:alexisaimon@yahoo.com)

### **RESUMEN**

*Con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en la fase de tuberización del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad superchola, se realizó esta investigación en la comunidad Calle Larga, parroquia Urbina, cantón Tulcán, provincia Carchi. El extracto líquido de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), se aplicó vía foliar en tres dosis (baja 2,5 ml/l, media 5,0 ml/l y alta 7,5 ml/l). La primera aplicación del extracto fue realizada en el estado de brotación de las plantas, posteriormente se aplicaron en intervalos de veinte días, y se utilizó un Diseño de Cuadrado Latino (DCL), (5 tratamientos x 5 repeticiones). Los tratamientos evaluados fueron: T1 Stevia: Dosis Baja (2,5 cc/L), T2 Stevia: Dosis Media (5,0 cc/L), T3 Stevia: Dosis Alta (7,5 cc/L), Testigo Comercial, Testigo Absoluto.*

*Entre los resultados obtenidos se verificó que la aplicación del extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en dosis de 5,0 cc/L y 7,5 cc/L presento su efecto en algunas variables agronómicas como: altura de planta (cm), diámetro de tallos principales (mm), cobertura del suelo (%), incidencia y severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mon D Bry) (%), incidencia de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) (%), peso del tubérculo de papa (Kg), en comparación con el tratamiento T4 (testigo comercial) y tratamiento T5 (testigo absoluto).*

*No se evidencia efecto en variables como: diámetro polar y ecuatorial del tubérculo (mm), rendimiento del cultivo de papa (Tm/ha), densidad del tubérculo (g/ml), es importante señalar que todos los tratamientos a excepción del tratamiento T4 (Testigo comercial) no tuvieron incorporación de potasio (K<sub>2</sub>O) foliar o edáfico, sin embargo los tratamientos tratados con Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en dosis de 5,0 cc/L y 7,5 cc/L presentaron buenas respuestas en siete de las once variables evaluadas.*

**PALABRAS CLAVES:** *fertilización foliar, tubérculo de papa, extracto de stevia.*

## ABSTRACT.

In order to evaluate the effect of the application of Stevia extract (*Stevia rebaudiana* Bertoni), tuberization in the potato crop (*Solanum tuberosum* L.), research was conducted in the place called Calle Larga-Urbina, Tulcán city, Carchi province, the Stevia extract liquid were applied in three doses to direct the foliage of the potato plant, the doses were (low 2.5 ml / L, medium 5.0 ml / L, high 7.5 ml / L). The first application of the extract was when the plants were in emergency, after that the doses were applied with an interval of twenty days between applications, Latin square design (LSD) was used for this investigation, which had 5 treatments and 5 replications.

The treatments were: T1 Stevia Low Dose (2.5 cc / L), T2 Stevia Media dose (5.0 cc / L), T3 Stevia High Dose (7.5 cc / L), Commercial Control, Absolute Control.

Between the results was verified that using stevia extract in doses of 5.0 cc/L y 7.5 cc/L, in the cultivation of potatoes, has its effect on variables such as: plant height (cm), ground cover (%), main stems diameter (mm), attack severity late blight (*Phytophthora infestans* Mon D Bry), incidence of leaf miner (*Liriomyza huidrobrensis*) (%), potato tubers weight (g), compared with chemical control and absolute control.

No significant effect was evident on variables such as; potato tuber diameter (mm), potato tuber density (g/ml), should be noted that all treatments except treatment T4 (chemical control) had no application potassium (K<sub>2</sub>O) foliar or edaphic, however the evaluated treatment with Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) in doses of 5.0 cc/L y 7.5 cc/L had good responses in seven of the eleven variables evaluated.

**KEYWORDS:** *foliar fertilization, potato tuber, stevia extract.*

## 1. Introducción

La papa (*Solanum tuberosum*), tiene su centro de origen en la región andina de América del Sur y de aquí se expandió al resto del mundo. “Es uno de los principales alimentos para el ser humano por su alto contenido de carbohidratos, ocasionando que en los últimos años el consumo de este producto se incremente.” (MAGAP, 2013).

El incremento de la producción nacional de papa (*Solanum tuberosum*) se debe principalmente a la creciente demanda que este tiene, por formar parte de la alimentación básica de las personas. “Desde el año 2000 al 2012, la producción nacional de papa en el Ecuador se incrementó en 18.93%, debido principalmente a la creciente demanda por este producto y por ser considerado un producto beneficioso para la seguridad alimentaria del país” (MAGAP, 2013).

En la última década también se ha verificado un crecimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) según datos de la encuesta ESPAC-INEC (2012).”En el censo del año 2000 se reportó una producción de 240 mil toneladas y en la encuesta del 2012 (ESPAC-INEC) se incrementó a 285 mil toneladas, registrando así una tasa de crecimiento promedio de 3.20%” (MAGAP, 2013).

## 2. Materiales y Métodos

**Materiales:** Semilla de papa variedad superchola, bomba de fumigar, balanza, cinta métrica, jarras plásticas graduadas, jeringuillas, fibra plástica, estacas, fundas plásticas, azadones, calibrador, baldes plásticos, bureta, balanza aprox (0,01 g) con capacidad 500 g, termómetro, agua destilada, pinzas universales, vasos precipitación.

**Método:** Se lo realizo mediante la aplicación de un Diseño de Cuadrado Latino (DCL), con 5 tratamientos por igual número de repeticiones. En la evaluación de se realizo un análisis de varianza (ADEVA), utilizando la prueba de Tukey 5%.

**Tabla N° 1. Descripción de los tratamientos**

N° Trat.	Fertilización Edáfica	Fertilización Foliar
T1	(N) y (P).	Stevia Dosis Baja(2,5 cc/L)
T2	(N) y (P).	Stevia Dosis Media(5,0 cc/L)
T3	(N) y (P).	Stevia Dosis Alta(7,5 cc/L)
T4	(N), (P) y (K).	Fertilización foliar.
T5	(N) y (P).	Fertilización foliar.

Elaborado: Quiroz, S.2014

## 3. Características del Diseño Experimental

El área total para esta investigación fue de 900 m<sup>2</sup>, las parcelas experimentales serán rectangulares de 5m x 5m dando un área por unidad experimental de 25 m<sup>2</sup>, la parcela neta fue de 3m x 3m con área por parcela neta de 9m<sup>2</sup>, la distancia entre columnas y filas es de 1 m y el numero de plantas es 1250 plantas en 25 unidades experimentales.

## 4. Variables a evaluarse

### 4.1. Altura de planta

La altura de planta se evaluó, tomando como muestra 10 plantas de cada unidad experimental, mediante la utilización de un metro, tomando en cuenta el brote de mayor tamaño por planta.

### 4.2. Cobertura del suelo

A partir de la primera aplicación del extracto de stevia y durante todo el período de crecimiento vegetativo, se realizó cada 20 días las estimaciones para la posterior determinación de la cobertura del suelo.

#### **4.3. Tallos Principales**

El número total de tallos principales se determino contando el número de total de tallos principales de 5 plantas utilizadas como muestras por cada unidad experimental. Los resultados obtenidos se expresaron en unidades/planta.

#### **4.4. Diámetro tallos principales**

La medición del diámetro de tallos principales se realizo, tomando como muestra 10 plantas por unidad experimental, con la utilización del calibrador pie de rey

#### **4.5. Incidencia de tizón tardío**

La Incidencia de tizón tardío se evaluó tomando como muestra 10 plantas por unidad experimental, lo cual permitió determinar la presencia o no de la enfermedad. Los resultados se expresaron en porcentaje (%).

#### **4.6. Severidad ataque tizón tardío**

Para determinar la estimación de tizón tardío (*Phytophthora Infestans*) en el follaje, se utilizo la escala de severidad de Centro Internacional de la Papa, en donde se establece una escala de 0 a 100 %. Siendo 0 % la menor y 100 % la mayor severidad de tizón tardío.

#### **4.7. Presencia de mosca minadora**

La presencia de plagas se determino mediante la observación en sitio del número de plantas que presentaron síntomas de infección, tomando como muestra 10 plantas evaluadas por cada unidad experimental, expresando estos resultado en porcentaje.

#### **4.8. Rendimiento**

Se pesó los tubérculos cosechados en cada unidad experimental y se expresó los resultados obtenidos en (tm/ha), para la categorización se clasifico de acuerdo a la NTE INEN 1516 (2012), en primera, segunda y tercera.

#### **4.9. Determinación del diámetro polar**

Para la determinación del diámetro polar se tomo la medida de 10 muestras utilizando un calibrador o pie de rey. “Se coloca el calibrador en los polos más achatados de la muestra y se lee el valor obtenido” (Pungacho, 2010).

#### **4.10. Determinación del diámetro ecuatorial**

Para la determinación del diámetro ecuatorial: “se coloca el calibrador en los polos más alargados de la muestra y se procede a leer la medida obtenida” (Pungacho, 2010).

#### 4.11. Determinación del peso tubérculo

Para determinación del peso en aire se procedió a colocar cada tubérculo de papa en la balanza de precisión con capacidad para 500 g y se anotó la medición en gramos

#### 4.12. Determinación del volumen sumergido tubérculo

Para determinar el volumen que ocupa un cuerpo al sumergirlo en agua, se utilizó el Principio de Arquímedes, para lo cual se utilizó una probeta graduada en milímetros.

#### 4.13. Determinación de la densidad del tubérculo

Se define la densidad de una sustancia ( $\rho$ ) de una sustancia como la relación entre la masa de ésta y su volumen. (Vallejo & Zambrano, 2005). Con el dato de la densidad del tubérculo podemos encontrar rápidamente el contenido de materia seca

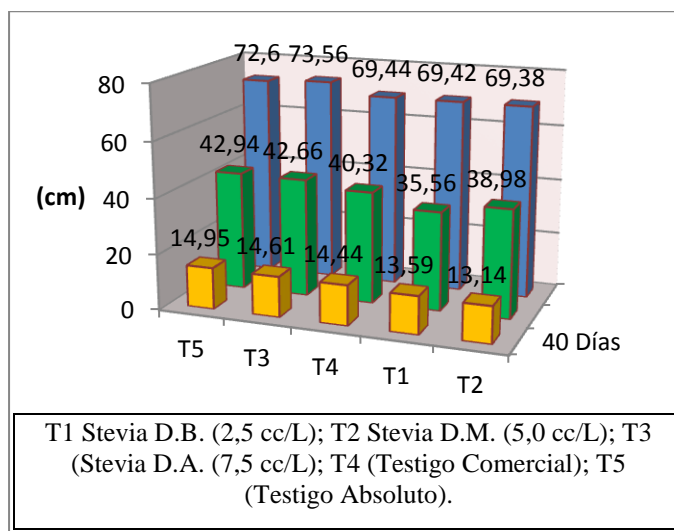
### 5. Resultados y Discusión

#### 5.1. Altura de planta

En el análisis de varianza realizado para la variable altura de planta a los 40 días después de la siembra (dds), no muestra diferencia estadística para tratamientos, sin embargo a los 60 y 80 (dds), existe diferencia estadística al 5% y 1% para tratamientos.

La mayor altura de planta a los 80 dds, alcanzada por el tratamiento T3 (stevia dosis alta), es efecto de la aplicación del extracto de stevia en su dosis alta 7,5 cc/L. Esta afirmación concuerda con la investigación realizada por Silez, Hernán, & Camentelli (2009), quienes señalan que el extracto de stevia tiene su efecto en características agronómicas, como altura de planta.

Gráfico 1. Altura de planta (cm) a los 40, 60 y 80 (dds)



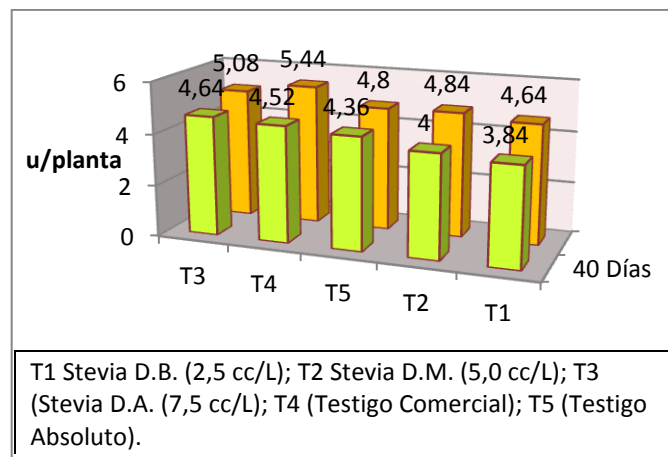
Elaborado: Quiroz, S.2014

## 5.2. Tallos principales

En el análisis de varianza para el número de tallos principales por planta a los 40 y 90 días después de la siembra, se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos. Los coeficientes de variación fueron 10,05 y 9,05 %, respectivamente, con un valor promedio del experimento de 4,27 (u/planta) a los 40 (dds) y 4,96 (u/planta) a los 90 (dds).

Según lo señalado por Falconi(2013). En general se recomienda sembrar semilla certificada, genéticamente uniforme, para obtener una densidad adecuada de tallos por planta.

Gráfico 2. Tallos principales por planta a los 40 y 90 (dds).



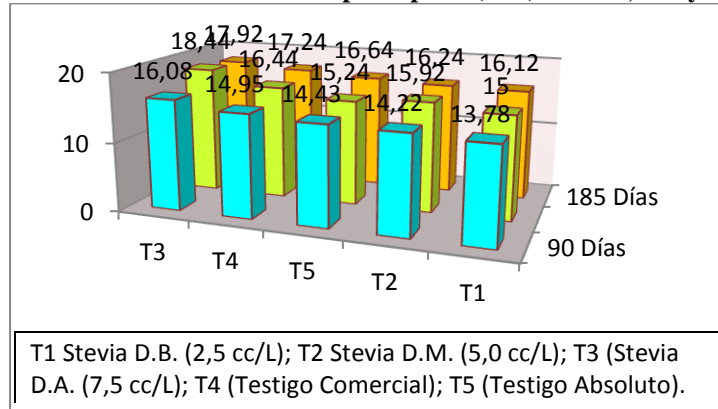
Elaborado: Quiroz, S.2014

## 5.3. Diámetro de tallos principales

El análisis de varianza para el diámetro de tallos, presentó diferencia estadística al 1%, entre tratamientos a los 90, 135 y 185 días después de la siembra, los coeficientes de variación en estas mediciones son 4,19, 5,46 y 3,53%, respectivamente, con un promedio experimental de 14,69 mm a los 90 dds, 16,21 mm a los 135 dds y 16,83 mm de diámetro de tallo a los 185 dds.

Taiz & Zeuger (2006) señalan los efectos de la deficiencia de potasio ( $K_2O$ ) en los tallos de las plantas. “Los tallos de las plantas con carencia de potasio pueden ser delgados y débiles”. Sin embargo el tratamiento T3 (stevia dosis alta), a pesar no tener incorporación de potasio ( $K_2O$ ), presenta la mejor respuesta ubicándose en un rango superior a los demás tratamientos en estudio.

**Gráfico 3. Diámetro de Tallos principales (mm) a los 90, 135 y 185 dds.**



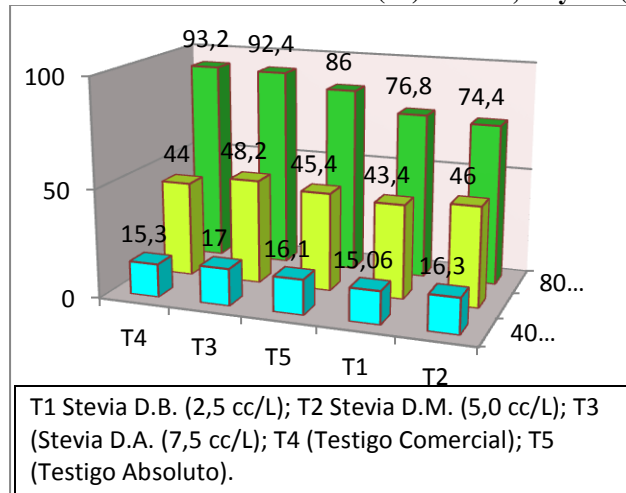
Elaborado: Quiroz, S.2014

#### 5.4.Cobertura del suelo

El análisis de varianza para el área cubierta del suelo a los 40 y 60 días después de la siembra todos los tratamientos presentan un área de cubrimiento del suelo sin diferencias significativas entre ellos, sin embargo en el análisis de varianza realizado para el área cubierta del suelo a los 80 días después de la siembra, se presentó diferencia estadística significativa al 1 % para los tratamientos.

A los 80 dds el tratamiento T3 (stevia dosis alta), la planta empieza una nueva etapa de extracción de nutrientes, lo que significa que hubo efecto de la aplicación de stevia en la cobertura del suelo. “La mayor demanda nutricional del cultivo de papa se presenta a partir de los 50 días, cuando inician la tuberización y crecimiento del follaje” (Sherwood & Pumisacho, 2002)

**Gráfico 4. Área Cubierta del suelo (%) a los 40, 60 y 80 (dds).**

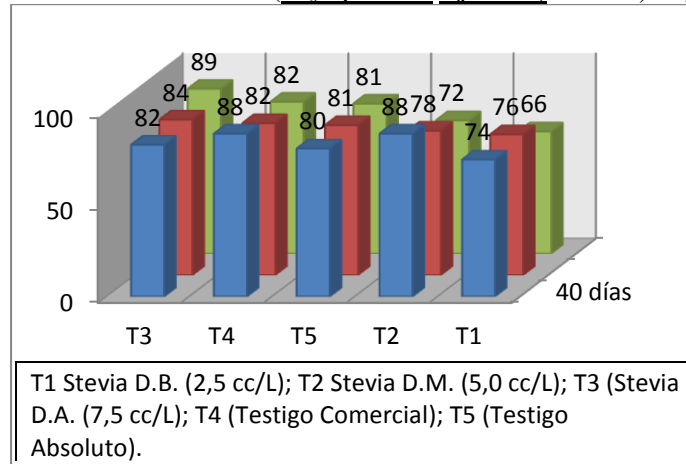


Elaborado: Quiroz, S.2014

### 5.5. Incidencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) (%)

El análisis de varianza para porcentaje de plantas sanas (pps) de (*Phytophthora infestans*), no muestra que existe diferencias estadísticas entre tratamientos a los 40 y 90 días después de la siembra (dds). Sin embargo en el análisis de varianza efectuado para porcentaje de plantas libres de (*Phytophthora infestans*) a los 130 dds muestra diferencia estadística al 1% para los tratamientos. De acuerdo lo señalado por Landázuri & Tigrero (2009) la aplicación de stevia en la agricultura. “Aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades

**Gráfico 5. Plantas libres de (*Phytophthora infestans*) a los 40, 90 y 130 (dds).**

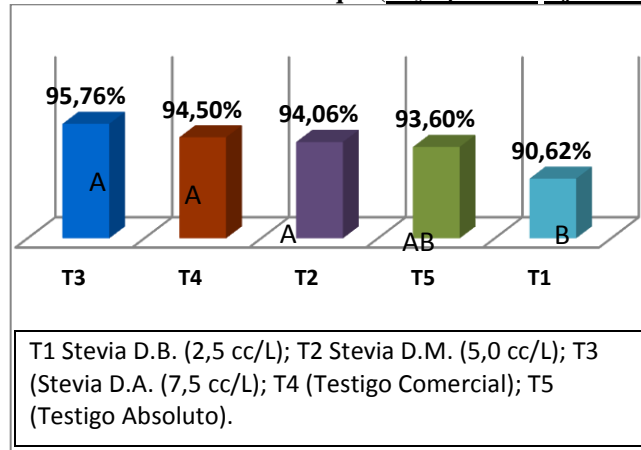


Elaborado: Quiroz, S.2014

### 5.6. Severidad de ataque de (*Phytophthora infestans*)

El análisis de varianza para la Severidad de ataque de (*Phytophthora infestans*) a los 90 días después de la siembra muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 1,61% con un promedio del experimento de 93,71 % de área foliar sana.

**Gráfico 6. Severidad de ataque (*Phytophthora infestans*) (%).**



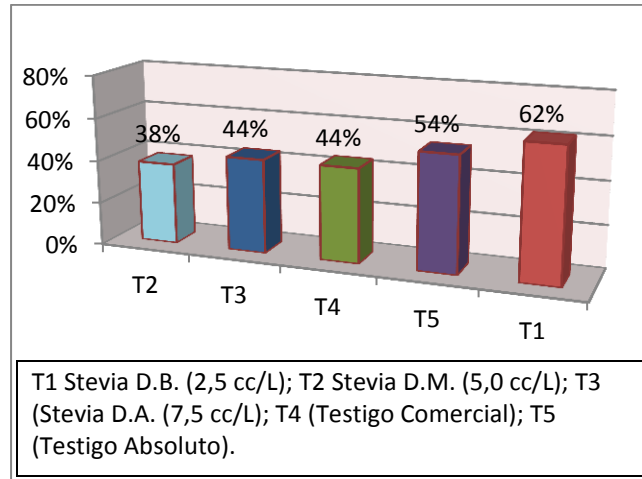


Elaborado: Quiroz, S.2014

### 5.7. Incidencia de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*)

El análisis de varianza para la Incidencia de (*Liriomyza huidobrensis*) a los 90 días después de la siembra muestra diferencia significativa al 5% entre tratamientos.

Gráfico 7. Incidencia de (*Liriomyza huidobrensis*) a los 90 (dds).

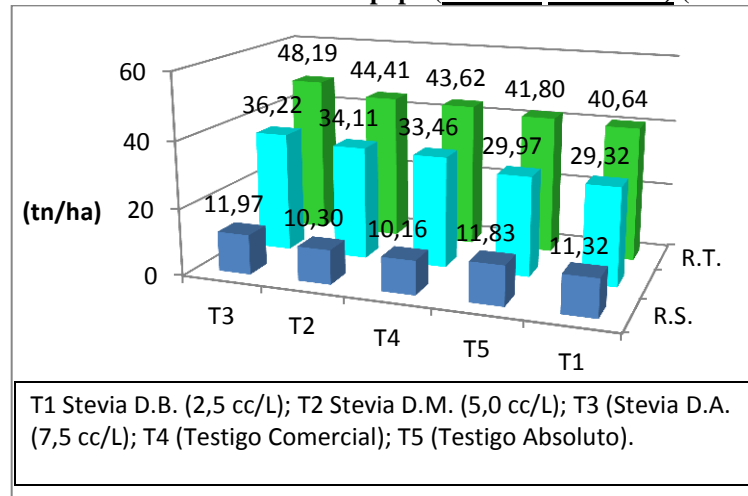


Elaborado: Quiroz, S.2014

### 5.8. Rendimiento de papa

El promedio de rendimiento de papa en cada una de las categorías, fue categoría de primera 32,62 Tm/ha, con un coeficiente de variación de 12,95 %, categoría de segunda fue de 11,12 Tm/ha, con un coeficiente de variación de 14,69%, finalmente el rendimiento total fue de 43,73 Tm/ha, con un coeficiente de variación de 11,61%. Silez, Hernán, & Camentelli (2009) concluyen que el extracto de stevia tiene su efecto en las características agronómicas, especialmente en el rendimiento.

**Gráfico 8. Rendimiento de papa (*Solanum tuberosum*) (Tn/ha).**

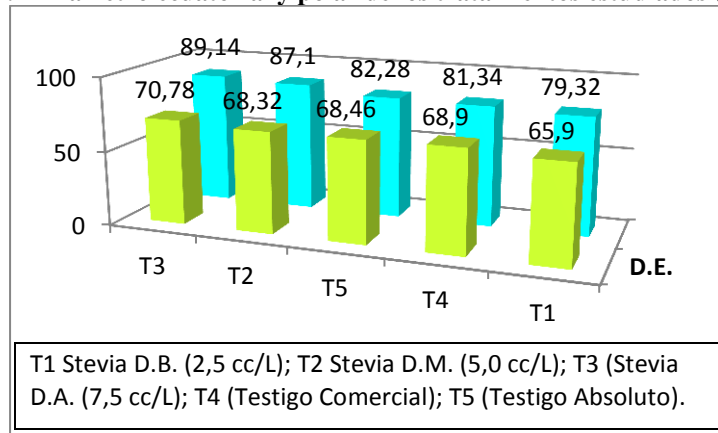


Elaborado: Quiroz, S.2014

### 5.9. Diámetro Ecuatorial y Polar

En el análisis de varianza (ADEVA) para diámetro ecuatorial y polar de los tratamientos estudiados, luego de ser evaluadas estas variables presentan un mismo rango, esto significa que no existen diferencias significativas entre tratamientos. El coeficiente de variación en estas dos mediciones fue de 3,76% y 7,24%, respectivamente, con un promedio del experimento de 68,47 mm para el diámetro ecuatorial y 83,84 mm para el diámetro polar.

**Gráfico 9. Diámetro ecuatorial y polar de los tratamientos estudiados (mm).**

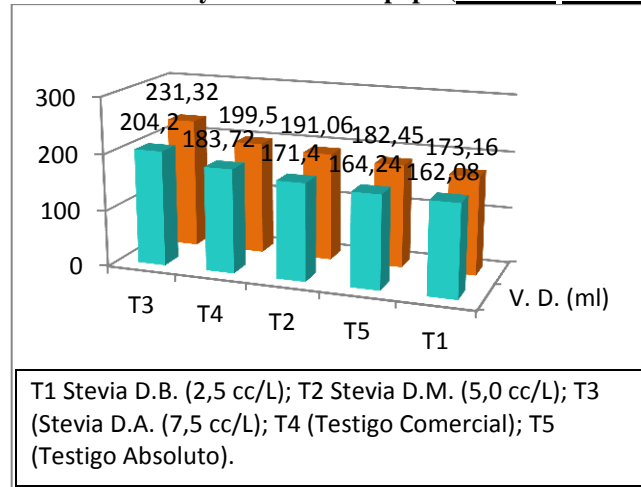


Elaborado: Quiroz, S.2014

### 5.10. Peso del tubérculo y volumen sumergido

En el análisis de varianza (ADEVA) para el peso del tubérculo y volumen que los tubérculos de papa ocupan, se observa que existe diferencia significativa al 1% y 5% para los tratamientos en estudio. El coeficiente de variación en estas mediciones es de 10,47% y 11,5%, respectivamente, con un promedio del experimento de 195,50 g para el peso del tubérculo y 177,13 ml para el volumen del tubérculo.

**Gráfico 10. Peso y volumen de la papa (*Solanum tuberosum* L.)**



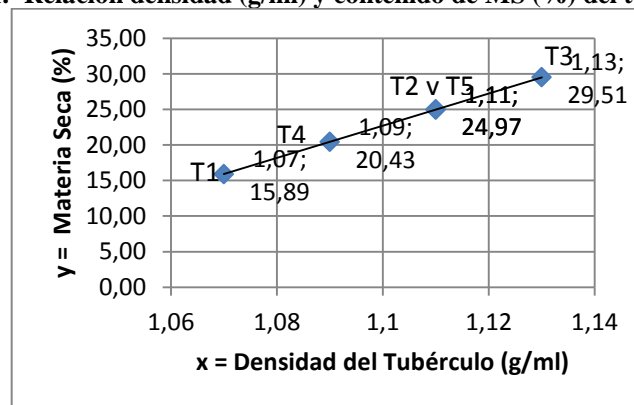
Elaborado: Quiroz, S.2014

### 5.11. Densidad real del tubérculo

En el análisis de varianza para la densidad real del tubérculo, se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos. El promedio general para la densidad real del tubérculo es de 1,10 g/ml.

Luego de realizar la prueba de la densidad real o peso específico del tubérculo y luego de relacionar estos datos, se obtuvo valores altos de materia seca (MS), la interpretación en contenido de Materia Seca (%) para los tratamientos T3 (stevia dosis alta) y T2 (stevia dosis media), presento resultados muy favorables.

**Gráfico 11. Relación densidad (g/ml) y contenido de MS (%) del tubérculo**



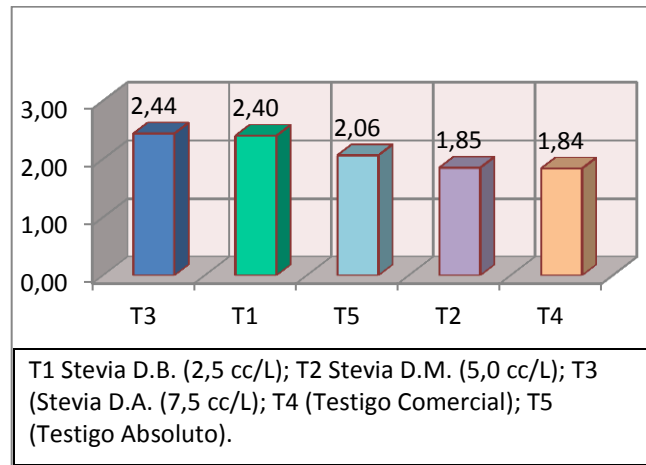
Elaborado: Quiroz, S.2014

### 5.12. Relación Costo/Beneficio

A continuación se presenta el análisis económico de cada uno de los tratamientos estudiados, se observa que el tratamiento T3 (stevia dosis alta), con un costo-beneficio (B/C) de 2,44, es el más rentable, ya que el B/C es mayor que 1, seguido del tratamiento 2 (stevia dosis media) en donde por cada dólar invertido tenemos 2,4 de ganancia,

mientras que la rentabilidad mas baja es para el tratamiento T4 (testigo comercial), cuyo costo-beneficio (B/C) es de 1,84 USD.

**Gráfico 12. Relación costo-beneficio (B/C) de los tratamientos estudiados**



Elaborado: Quiroz, S.2014

## 6. Conclusiones

- La aplicación de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), tiene efecto en las siguientes variables agronómicas de cultivo, como son: altura de la planta, diámetro de tallos principales, cobertura del suelo e incidencia y severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans*).
- Queda en evidencias que la aplicación del extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), influye en el estado fitosanitario del cultivo, ya que las plantas tratadas presentaron resultados favorables en variables como incidencia y severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), e incidencia de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*).
- La aplicación del extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) influye en la productividad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L), ya que los tratamientos evaluados con el extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), no tuvieron incorporación de potasio foliar o edáfico (K<sub>2</sub>O), en ninguna fase del cultivo, sin embargo con la sola aplicación foliar de stevia en dosis de 5 cc/L y 7,5 cc/L se tuvieron rendimientos iguales a los conseguidos con tratamiento T4 (Testigo Comercial), lo que supone un ahorro significativo en el costo de producción, mayor rentabilidad, y una disminución significativa de los impactos en la salud de las personas.
- Las aplicaciones del extracto de stevia disminuye los impactos en el ambiente, por tanto es una alternativa de origen natural, para conseguir productos más saludables y con menor contaminación de los que se produce con la agricultura convencional.

## 7. Recomendaciones

- Realizar estudios mas específicos en el cultivo de papa, con la aplicación del extracto de stevia, teniendo en cuenta en el efecto radicular, se podría establecer una experiencia a nivel de laboratorio y/o invernadero en sustrato inerte en donde se pueda evaluar de una manera mas especifica el efecto de la aplicación de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) .
- Realizar estudios en papa u otros cultivos en donde se pueda relacionar niveles de fertilizante incorporado al suelo y fertilizantes foliares, método de aplicación mas adecuado donde intervengan los diferentes tipos de aplicación: foliar, drench o edáfica entre los que se puede incluir el extracto de stevia como complemento a la fertilización edáfica.
- Se recomienda hacer una experiencia mas especifica como activador de defensas naturales para el combate de enfermedades como tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y plagas como mosca minadora (*Liriomyza huidrobrensis*), ya que tuvo una buena respuesta en lo referente al estado fitosanitario del cultivo de papa.
- Realizar estudios en otros cultivos principalmente en aquellos en los que se pueda evaluar de una manera más especifica el contenido de solidos totales adquiridos.

## 8. Bibliografía

- Landázuri, P., & Tigrero, J. (2009). *Stevia rebaudiana BERTONI, UNA PLANTA MEDICINAL*. ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO, (IASA I). Sangolquí: EDIESPE.
- MAGAP. (2013). *Boletín Situacional 2013 papa*. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; SINAGAP.
- NTE INEN 1516. (2012). *HORTALIZAS FRESCAS.PAPAS.REQUISITOS* . Quito : INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN .
- Sherwood, M., & Pumisacho, S. (2002). *EL CULTIVO DE PAPA EN ECUADOR*. Quito: INAP-CIP.
- Silez, Hernán, & Camentelli, A. (2009). *Respuesta del cultivo de Tomate (Lycopersicum Sculentum) a la aplicación del extracto de Stevia en la Zona Norte de Santa Cruz (Santa Rosa Del Sara)*. Santa Cruz: Universidad Cristiana De Bolivia.
- Taiz, L., & Zeuger, E. Z. (2006). *Fisiología Vegetal (Volumen I)*. California: Publicaciones Universidad Jaume I.
- Vallejo, P., & Zambrano, J. (2005). *Física Vectorial 2*. Quito: ISBN 9978-52-1.
- Vancari Juan. (2003). *Teoría de la Trofobiosis Nuevos caminos para una agricultura sana*. Recuperado el 23 de 09 de 12