

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

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

”

Tesis de grado previa la obtención del título de
Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Simón Alexander Quiroz Atiz

ASESOR: Ing. David Herrera Msc.

TULCÁN - ECUADOR

Año: 2015

I. CERTIFICADO.

Certifico que el estudiante Simón Alexander Quiroz Atiz con el número de cédula 040143872-6 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: "Efecto de la aplicación de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en la fase de tuberización del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'David Herrera', is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, loopy oval shape.

Ing. MSc. David Herrera

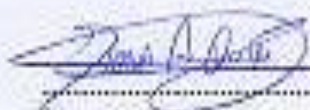
Tulcán, 24 de febrero de 2015

Haga clic aquí para escribir texto.

II. AUTORÍA DE TRABAJO.

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales.

Yo, Simón Alexander Quiroz Atiz con cédula de identidad número 040143872-8 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Simón Quiroz
Tucán, 24 de febrero de 2015

Elija un elemento.

III. ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.

Yo Simón Alexander Quiroz Atiz, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad".

Tulcán, 24 de febrero de 2015



Simón Alexander Quiroz Atiz
CI 040143872-6

IV. AGRADECIMIENTO.

Primeramente agradezco a Dios la oportunidad que me da de terminar satisfactoriamente mi carrera, para mi propio bien y desarrollo personal.

A mis padres que día a día se esmeran esperando que yo en futuro pueda ser un profesional exitoso que contribuya desinteresadamente con aquellos menos desfavorecidos, transmitiendo de alguna forma valores, respeto entre otros aprendido en las aulas de clase con la ayuda incondicional de buenos docentes cuya única satisfacción es la realización personal de sus estudiantes.

A muchas otras personas, que aportaron de alguna manera u otra, para que culmine con éxito este periodo profesional, su ayuda desinteresada hizo posible cosas que por mi solo hubiesen sido demasiado complicadas.

V. DEDICATORIA.

A Dios por permitirme culminar esta, etapa de mi vida profesional, por guiarme todos los días de mi vida, fortalecerme en las dificultades y ayudarme en cada momento.

A mis queridos Padres Simón Quiroz y María Rosario Atiz, por su apoyo incondicional, sus consejos, su paciencia y su confianza depositada en mí a largo de mi vida estudiantil.

A mis queridas hermanas Liliana y Miriam, quienes siempre han estado allí en los buenos y malos momentos, gracias por su colaboración, comprensión y cuidados.

VI. ÍNDICE GENERAL.

I. CERTIFICADO.	i
II. AUTORÍA DE TRABAJO.	ii
III. ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.	iii
IV. AGRADECIMIENTO.	iv
V. DEDICATORIA.	v
VI. ÍNDICE GENERAL.	- 6 -
RESUMEN EJECUTIVO.	- 15 -
ABSTRACT.	- 16 -
INTRODUCCIÓN.	- 18 -
CAPITULO I.	- 19 -
1.1 Planteamiento del Problema.	- 19 -
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	- 20 -
1.3 DELIMITACIÓN.	- 20 -
1.4 JUSTIFICACIÓN.	- 21 -
1.5 OBJETIVOS.	- 22 -
1.5.1 Objetivo General.	- 22 -
1.5.2 Objetivos Específicos.	- 22 -
CAPITULO II.	- 23 -
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	- 23 -
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.	- 23 -
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.	- 24 -
2.2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR 2008.	- 24 -
2.3 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.	- 25 -

2.3.1	Agricultura Sustentable	- 25 -
2.4	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.	- 26 -
2.5	LA STEVIA	- 26 -
2.5.1	Generalidades de Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni)	- 26 -
2.5.2	Clasificación taxonómica	- 28 -
2.5.3	Distribución de Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni) en Ecuador.-	28 -
2.5.4	Aplicaciones y propiedades de la Stevia	- 28 -
2.6	La Papa	- 29 -
2.6.1	Importancia del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	- 29 -
2.6.2	Características Químicas y Nutritivas	- 31 -
2.6.3	Variedades	- 31 -
2.6.4	Características Morfología de la papa	- 32 -
2.6.5	Fases fenológicas del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)-	34 -
2.6.6	Descripción del procesos Fotosintético de llenado del tubérculo-	37 -
2.6.7	El Cultivo de papa: Aspectos agronómicos	- 42 -
2.7	VOCABULARIO TÉCNICO	- 51 -
2.8	HIPÓTESIS.	- 55 -
2.8.1	Hipótesis Alternativa.....	- 55 -
2.8.2	Hipótesis Nula	- 55 -
2.9	VARIABLES.....	- 55 -
2.9.1	Variable Dependiente:.....	- 55 -
2.9.2	Variable Independiente:	- 55 -
	CAPITULO III.....	- 56 -
3.	METODOLOGÍA.....	- 56 -

3.1	MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.	- 56 -
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 56 -
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.	- 57 -
3.3.1	Población	- 57 -
3.3.2	Esquematización del diseño experimental.....	- 57 -
3.4	OPERALIZACIÓN DE VARIABLES	- 59 -
3.5	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	- 60 -
3.5.1	Información Bibliográfica	- 60 -
3.5.2	Información Experimental.....	- 60 -
3.5.3	Información Procedimental.....	- 60 -
3.5.4	Transformaciones.....	- 60 -
3.5.5	Localización del Experimento	- 61 -
3.5.6	Características climatológicas durante el desarrollo del cultivo	- 61 -
3.5.7	Materiales y Métodos	- 62 -
3.5.8	Tratamientos	- 63 -
3.5.9	Esquematización Fuentes Variación	- 63 -
3.5.10	Variables a evaluarse.....	- 63 -
3.5.11	Manejo del Experimento	- 67 -
3.6	PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	- 70 -
3.6.1	Altura de planta	- 70 -
3.6.2	Tallos Principales por planta (Tallos/planta)	- 72 -
3.6.3	Diámetro de tallos principales	- 74 -
3.6.4	Cobertura del suelo (%)	- 77 -
3.6.5	Incidencia de tizón tardío (Phytophthora infestans) (%).....	- 80 -

3.6.6	Severidad ataque de Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	- 82 -
3.6.7	Incidencia de Mosca Minadora (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	- 83 -
3.6.8	Rendimiento de cultivo de papa (Tm/ha).	- 85 -
3.6.9	Diámetro ecuatorial y polar del tubérculo de papa.....	- 88 -
3.6.10	Peso y volumen del tubérculo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)..	- 90 -
3.6.11	Densidad real del tubérculo de papa.....	- 91 -
3.6.12	Relación Costo/Beneficio	- 94 -
3.7	Verificación de la Hipótesis.....	- 95 -
CAPITULO IV		- 96 -
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	- 96 -
4.1	CONCLUSIONES.....	- 96 -
4.2	RECOMENDACIONES.....	- 97 -
CAPITULO V		- 98 -
5.	ANEXOS.	- 104 -

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Clasificación taxonómica de stevia (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>)	- 28 -
Tabla N° 2. Superficie, producción y rendimientos provinciales de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) año 2012.....	- 29 -
Tabla N° 3. División Taxonómica de cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	- 30 -
Tabla N° 4. Características de la variedad super chola	- 32 -
Tabla N° 5. Índices de maduración en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	- 36 -
Tabla N° 6. Requerimiento Nutricional del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) (Kg/ha).....	- 45 -
Tabla N° 8. Costo de producción del cultivo de papa	- 50 -
Tabla N° 9. Características del Diseño experimental.....	- 57 -
Tabla N° 10. Datos Ubicación del experimento	- 61 -
Tabla N° 11. Características Climatológicas.....	- 61 -
Tabla N° 12. Presentación del producto extracto de stevia	- 62 -
Tabla N° 14. Materiales de Laboratorio	- 62 -
Tabla N° 15. Descripción de losTratamientos.....	- 63 -
Tabla N° 16. Cuadro del esquema del análisis de la varianza.....	- 63 -
Tabla N° 17. Clasificación de la papa de acuerdo a su tamaño.....	- 65 -

Tabla N° 18. Análisis de varianza (ADEVA) para la altura de planta (cm) a los 40, 60 y 80 días después de la siembra (dds).....	- 70 -
Tabla N° 19. Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta (cm) a los 40, 60 y 80 días después de la siembra.	- 71 -
Tabla N° 20. Análisis de varianza (ADEVA) para Tallos principales por planta a los 40 días después de la siembra (dds).....	- 72 -
Tabla N° 21. Número de Tallos principales por planta a los 40 y 90 días después de la siembra (dds).....	- 72 -
Tabla N° 22. Análisis de varianza ADEVA para Diámetro de Tallos principales (mm) a los 90, 135 y 185 días después de la siembra (dds)	- 74 -
Tabla N° 23. Prueba de Tukey al 5% para Diámetro de Tallos principales (mm) a los 90, 135, 185 dds.	- 75 -
Tabla N° 24. Análisis de varianza (ADEVA), para para Área Cubierta del suelo (%) a los 40, 60 y 80 días después de la siembra (dds).....	- 77 -
Tabla N° 25. Prueba de Tukey al 5% Área Cubierta del suelo (%) a los 40, 60 y 80 días después de la siembra (dds).	- 78 -
Tabla N° 26. Análisis de varianza (ADEVA), para porcentaje de plantas libres de (<i>Phytophthora infestans</i>) a los 40, 90 y 130 días después de la siembra (dds).....	- 80 -
Tabla N° 27. Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de plantas sanas (pps) (<i>Phytophthora infestans</i>) a los 40, 90 y 130 días después de la siembra (dds).....	- 81 -
Tabla N° 28. Análisis de varianza (ADEVA) para Severidad de ataque (<i>Phytophthora infestans</i>) a los 90 días después de la siembra (dds).	- 82 -

Tabla N° 29. Prueba de Tukey al 5% para Severidad de ataque (<i>Phytophthora infestans</i>) a los 90 días después de la siembra (dds).	- 82 -
Tabla N° 30. ADEVA para Incidencia de (<i>Liriomyza huidrobrensis</i>) a los 90 días después de la siembra (dds).....	- 83 -
Tabla N° 31. Prueba de tukeyal 5% para Incidencia de (<i>Liriomyza huidrobrensis</i>) a los 90 días después de la siembra (dds).	- 84 -
Tabla N° 32. Rendimiento del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	- 86 -
Tabla N° 33. Análisis de varianza (ADEVA) para el rendimiento de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) (tn/ha).	- 85 -
Tabla N° 34. Promedio rendimiento de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>). (tn/ha).....	- 86 -
Tabla N° 35. Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro ecuatorial y polar de los tratamientos estudiados (mm).	- 88 -
Tabla N° 36. Media para el diámetro ecuatorial y polar de los tratamientos estudiados (mm).....	- 89 -
Tabla N° 37. Análisis de varianza (ADEVA) para el peso (g) y volumen (ml) de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>).	- 90 -
Tabla N° 38. Prueba de Tukey al 5% para el peso y volumen desalojado por los tubérculos de papa (g) y (ml).	- 90 -
Tabla N° 39. Análisis de varianza (ADEVA) para la densidad real (g/ml)	- 91 -
Tabla N° 40. Materia seca en relación con la producción.....	- 92 -
Tabla N° 41. Densidad real (g/ml) y Contenido de Materia Seca (%)	- 91 -
Tabla N° 42. Costo/Beneficio de los Tratamientos estudiados.....	- 94 -

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Estructura del steviósido	- 27 -
Gráfico 2. Rendimiento Provincias de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) año 2012 (tm/ha).....	- 30 -
Gráfico 3. Composición química del tubérculo de la papa	- 31 -
Gráfico 4. Morfología de la planta de papa	- 34 -
Gráfico 5. Esquema de las distintas etapas de crecimiento y la curva de acumulación de materia seca.....	40-
Gráfico 6. Esquematización del diseño experimental.....	- 58 -
Gráfico 7. Rendimiento de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) (tn/ha).	- 88 -

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Presupuesto	- 104 -
Anexo 2.	Análisis del suelo	- 109 -
Anexo 3.	Siembra.....	- 110 -
Anexo 4.	Cultivo en estado de Desarrollo.....	- 110 -
Anexo 5.	Cultivo en estado de Floración	- 111 -
Anexo 6.	Disposición del ensayo en campo	- 111 -
Anexo 7.	Dosificación de stevia dosis alta, media, baja.....	- 112 -
Anexo 8.	Toma datos variable altura planta	- 112 -
Anexo 9.	Toma datos variables diámetro tallos	- 113 -
Anexo 10.	Aplicación del producto stevia (Dosis).....	- 113 -
Anexo 11.	Cosecha - Rendimiento.....	- 114 -
Anexo 12.	Cosecha – Rendimiento	- 114 -
Anexo 13.	Evaluación Volumen desalojado por los tubérculos	- 115 -
Anexo 14.	Evaluación Peso de los tubérculos.....	- 115 -

RESUMEN EJECUTIVO.

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 presentó 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 (K₂O) 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 (K₂O) 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.

TUKUYSHUK RANAKU

Jatun yuyan rrruranagabu kayun tiachingabu Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni), utila waiku kachingabu papa tarpunagbu (Solanum tuberosum L.), ashkakuna superchola, kay maskangapak rrruran ukupi jatun ñan utiku llakta Urbina, llaktapi Tulcán llaktapi Carchi. Yaku ukumanta srkuran Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni), rrruran ñan foliar kimsay churaipi (baja 2,5 ml/l, chaupimanta 5,0 ml/l y alta 7,5 ml/l). shuksolo mawskaran shugchingabu kay garan kay pachapi shugshichun kurakpi, chaimanta mawkaran ashkakuna ishka chungu punchakuna mawkaran shuk rrrurana Cuadrado Latino (DCL), (5 katingapak x 5 chiladi). Katingapak tapushka garan T1 Stevia: churana pambamanta (2,5 cc/L), T2 Stevia: chaupi churana (5,0 cc/L), T3 Stevia: jatun churana (7,5 cc/L), katuk rrikush, shuk rrikuk.

Ña rimay ña nishka charishkamanta churashkamanta chaipi gashka surkungabu Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni), yakuta churangabu 5,0 cc/L y 7,5 cc/L rrikuchiran pay imashina gashka shuk ashkakuna urkupi agronómicas kay shina: jatun yurak (cm), jatun kaspikuna jatunmanta (mm), pamba tapuchishka (%), chiladi allimanta llankish tizón chishimanta (Phytophthora infestans Mon D Bry) (%), chuspi chaylabidi gajun ukumu rish (Liriomyza huidrobrensis) (%), chinchu tubérculo de papa (Kg), rrikujush katingabu T4 (karik rrikuk katuchun) katijuchun T5 (chi kari solo).

Na rrikuchin ña rrrurashka ashkakunapi imashina gashka: jawamanta alli rrikush ecuatorial tubérculo (mm), alli pacha llankish señalish papa (Tm/ha), mashna gashka tubérculo (g/ml), alli jatun rrikuchinagan illik katingapak na allichish katichishpi T4 (kari rrikuchun katungapak) na chariran churangapak potasio (K₂O) foliar o edáfico, chinallash katingapak katichishka Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni), churachish 5,0 cc/L y 7,5 cc/L rrikuchiran allik rimaykuna kanchishpi chungu shuk tapuchish.

Jatun rimay: fertilización foliar, tubérculo de papa, shugshichingabu Stevia

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.), 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* L.), 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* L.), 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).

La producción de papa (*Solanum tuberosum* L.), en el Ecuador se localiza en la Sierra, dividida en tres zonas: “Norte (Carchi e Imbabura), Centro (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo) y Sur (Azuay y Cañar)” (Devaux, Ordinola, Hibon, & Flores, 2010).

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en la provincia del Carchi posee el primer lugar a nivel nacional en cuanto a rendimiento se refiere según datos recientes del año 2013 “Carchi, sin tener la mayor área de siembra (13%), es la provincia con mayor producción de papa (28%), cuenta con el mayor nivel de productividad del país (18 tm/ha)” (MAGAP, 2013).

CAPITULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la provincia del Carchi, se utilizan cantidades elevada de fertilizantes químicos o sintéticos dirigidos a la parte nutricional del cultivo de papa, sin embargo el uso inadecuado de estos agroquímicos, repercute en el ambiente y en la degradación de los suelos agrícolas. “Los agroquímicos utilizados para el control de plagas y los fertilizantes y aditivos destinados a maximizar el rendimiento de las cosechas y mejorar la calidad del suelo poseen una marcada incidencia ambiental” (El Telégrafo, 2012).

Los Impactos en el ambiente de la tecnología de producción convencional con el uso inadecuado de fertilizantes químicos o sintéticos son severos y generan efectos adversos al ambiente en sus principales componentes: agua, aire, y suelo. “No obstante, los cultivos vegetales emplean menos de la mitad del fertilizante que se les aplica”. (Loomis y Conner) Citado por (Taiz & Zeuger, 2006).

Ademas de generar impactos al ambiente, tambien afectan la economia de los agricultores ya que en muchos de los casos, se hacen gastos innecesarios de fertilizantes, debido a que la planta extrae unicamente las cantidades necesarias de fertilizantes para su desarrollo, producción y rendimiento. “El resto de minerales se lixivian a las aguas superficiales o subterráneas, y se unen a las particulas del suelo o contribuyen a la contaminación del aire” (Taiz & Zeuger, 2006).

“El uso inadecuado de los agroquímicos (fertilizantes, insecticidas y fungicidas), utilizados en la producción de papa, es capaz de producir una serie de alteraciones en el ambiente y en la salud de los agricultores, sus familias y los consumidores finales” (La Producción Orgánica de la Papa, 2014).

Suquilanda (2011) en relación al manejo inadecuado de fertilizantes, señala algunas de las prácticas más comunes que los agricultores de la provincia del Carchi utilizan a la hora de fertilizar los cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.). “Los productores monocultivistas utilizan volúmenes elevados de fertilizantes químicos o sintéticos, en el Carchi es generalizado el que los agricultores calculen los volúmenes de fertilizantes utilizando relaciones de semillas x sacos de fertilizantes” (La Producción Orgánica de la Papa, 2014).

Entre otros efectos que provocan el uso inadecuado de fertilizantes químico-sintéticos están: disminución de la fertilidad del suelo, disminución de la fauna microbiana del suelo y benéfica del entorno. “La utilización de fertilizantes químicos sintéticos, favorece la producción pero tiene la desventaja de ser residual y provoca toxicidad y destrucción de la fauna microbiana, conllevando progresivamente a la infertilidad de los suelos agrícolas” (Guerra Vaca, 2010)

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿La aplicación de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en el cultivo de papa reducirá el uso de fertilizantes químicos o sintéticos?

1.3 DELIMITACIÓN.

1. Campo: Agrícola
2. Área: Agro Pecuaria
3. Espacio: Provincia del Carchi.
4. Temporal: Doce meses
5. Unidad de Observación: Proyecto de Investigación.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

El cultivo papa (*Solanum tuberosum* L.), es uno de los más importantes en la provincia del Carchi, ya que involucra directamente e indirectamente a muchas familias de la provincia, para quienes la base de su economía es este cultivo, por tanto es imprescindible buscar nuevas técnicas que disminuyan los impactos ambientales y dinamicen las economía de las personas.

Espinoza (2014) señala. “El cultivo de papa en el Ecuador reviste enorme importancia por la serie de connotaciones que este tiene, partiendo desde el orden social el orden económico y adicionalmente los problemas de salud, y contaminación ambiental”.

Con la presente investigación se pretende evaluar formas de agricultura menos agresivas con el ambiente, aún no muy difundidas en nuestro medio, cambiando así la mentalidad de los agricultores del Carchi, quienes argumentan que de no aplicar fertilizantes químicos o sintéticos, no se obtiene buena cosecha. (Ríos, 2009)

En la provincia del Carchi existen escasas investigaciones relacionadas a la adecuada nutrición de los cultivos, principalmente del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), el cual constituye uno de los rubros de mayor importancia en la provincia. En relación a lo señalado Guerrón & Duarte (2011) afirman “En la provincia del Carchi los agricultores se han dedicado por generaciones al cultivo de papa, pero han descuidado la parte nutricional del cultivo”.

En busca de técnicas que ayuden a optimizar los procesos metabólicos, basados en una adecuada nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), se va a incentivar en el uso de productos obtenidos de fuentes naturales, que generen menor afectación al ambiente y sustituyan de manera considerable el uso de fertilizantes químicos o sintéticos, es así que en esta investigación se propuso evaluar el efecto que genera la aplicación del extracto de stevia (*Stevia rebaudiana* Berton), en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1 Objetivo General.

- Evaluar el efecto de la aplicación de Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni), en la productividad del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.).

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Fundamentar bibliográficamente la utilización de Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni), en la nutrición del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.).
- Determinar el mejor o los mejores tratamientos en base a las variables evaluadas y establecer las debidas recomendaciones.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en función del beneficio/ costo.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Silez, Hernán, & Camentelli (2009), en el Centro de Prácticas (CEPRA) de la UCEBOL (Bolivia), hicieron la experiencia de la aplicación del extracto líquido de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en el cultivo de tomate o jitomate (*Lycopersicum sculentum* L.), se evaluaron tres tratamientos con Stevia: T1, 250 cc/20 Lts de agua en la etapa de floración y luego cada 15 días en el follaje; T2 250 cc/20 Lts de agua cada 15 días post trasplante en el follaje; T3 250 cc de extracto de Stevia en 10 Lts de agua aplicado en el suelo en el trasplante y cada 15 días 250 cc/20 Lts de agua post trasplante en el follaje. Entre los resultados obtenidos se verificó que aplicando el extracto de Stevia, tiene su efecto en las características agronómicas, especialmente en el rendimiento por planta, peso de frutos (calidad), altura de planta. Y no así en la cantidad de frutos por planta, comparando con el testigo absoluto. Aplicando extracto de Stevia se reduce el número y frecuencia de aplicaciones de fungicidas en el cultivo de tomate y se puede obtener mayor tiempo de cosecha por lote y frutos más durables

En la Provincia del Carchi, Cantón Montúfar, Parroquia San José, Comunidad San Francisco de Indújel, con el propósito de evaluar el Manejo fisionutricional (MFN), Manejo nutricional y Manejo fisiológico vs cultivo tradicional. "El Manejo fisionutricional (MFN) basa su fórmula en el uso integral y equilibrado de componentes orgánicos que, combinados y aplicados adecuadamente por etapas logra el máximo desarrollo y la mejor calidad de los productos agrícolas" (Castillo, 2005) Citado por (Guerrón & Duarte, 2011).

El producto translocador que Guerrón & Duarte (2011), utilizaron en el Manejo fisionutricional (MFN), fue Quimifol PK970 plus, sin nitrógeno (N) y con un alto contenido de fosforo (P) y potasio (K), las cantidades de (N), (P) y (K) que posee son (0)-(43)-(54), respectivamente.

Guerrón & Duarte (2011) para evaluar el Manejo fisionutricional (MFN), utilizaron un diseño de parcelas divididas, con cuatro repeticiones y diez tratamientos que incluye dos variedades (Capiro y Superchola) y cinco tipos de fertilizaciones (Testigo químico, Testigo agricultor, Manejo fisionutricional, Manejo nutricional y Manejo fisiológico). Después de analizar los resultados y haber establecido las diferencias para cada una de las variables de campo, se determina que la fertilización Manejo fisionutricional con la variedad Superchola tuvieron el mejor resultado en todas las variables evaluadas.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

2.2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR 2008

Capítulo segundo: Derechos del Buen Vivir

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El estado Ecuatoriano garantizara la soberanía alimentaria.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

Capítulo tercero: Soberanía Alimentaria

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente.

2.3 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

2.3.1 Agricultura Sustentable

En busca de soluciones que ayuden a mitigar los efectos producidos al ambiente por el uso inadecuado de agroquímicos surge la necesidad de cambiar las formas de agricultura tradicional, hacia una agricultura sustentable. “La agricultura sustentable es una respuesta relativamente reciente a la degradación ambiental provocada por la agricultura moderna. Este concepto promueve la necesidad de realizar ajustes en la agricultura convencional” (López, et. al., 2006).

Buscando enmendar los efectos degradativos al ambiente por parte de la agricultura tradicional, surgen otras formas de agricultura, cuyo proposito general es mantener una producción sustentable y garantizar la soberanía alimentaria de la población a largo plazo, en el caso de la Agricultura sustentable, se apoya en un sistema de producción ecológico, capaz de “competir con la agricultura convencional, y preservar el potencial de los recursos naturales productivos”. (EcuRed, 2014).

La agricultura sustentable se caracteriza principalmente por utilizar menos insumos agroquímicos, optimización de recursos, conservación de los suelos y disminución de la contaminación del suelo, aire y agua, alargando la vida útil de los mismos. Beneficiando así a productores como a consumidores.

“Por su parte, los consumidores se ven beneficiados en el sentido que tienen la seguridad de consumir un producto 100% natural, libre de químicos, saludables y de alto valor nutritivo” (López, et. al., 2006).

2.4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

2.5 LA STEVIA

2.5.1 Generalidades de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

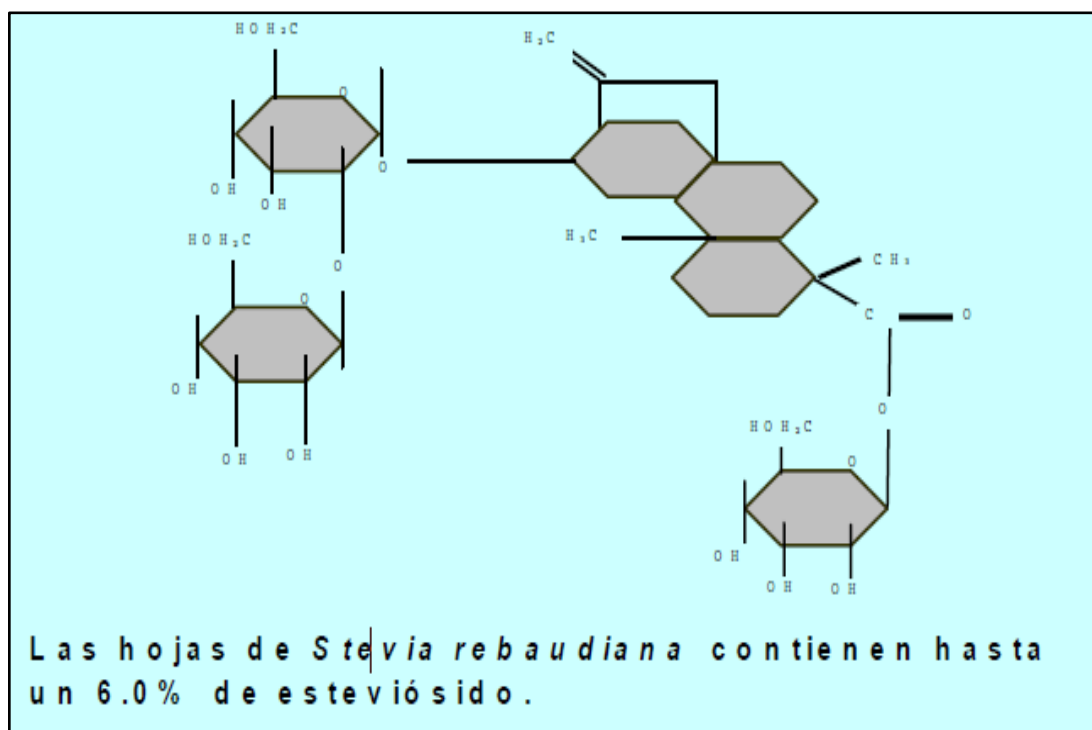
La Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), es una planta herbácea y perenne originaria de Paraguay, empezó a tomar popularidad a partir de su descubrimiento en el siglo XIX. Sin embargo los indios guaraníes ya la utilizaron desde tiempos precolombinos, endulzando sus comidas y bebidas, ellos la llamaron “kaa- hee”, que significa “hierba dulce” (Delgado Encinas, 2007).

Posteriormente investigaciones dejaron en evidencia, sus principios activos. “En 1900 el químico paraguayo Ovidio Rebaudi, logró aislar dos principios activos: uno dulce y otro amargo” (Landázuri & Tigrero, 2009).

Bello & Guevara (2014), señalan que son cuatro los glucósidos que se encuentran en las hojas de Stevia. Las proporciones normales (en peso w/w) de los cuatro glucósidos más importantes son: el esteviósido 5-10%, rebaudiósido A 2-4%, rebaudiósido C 1-2% y dúlcósido A 0.5-1%. El esteviósido tiene dos moléculas de glucosa enlazadas en el sitio hidroxilo, mientras que el rebaudiósido A, tiene tres, con la glucosa en medio de la tripleta conectada a la estructura central de esteviol.

Los glucósidos con mayor porcentajes encontrado en las hojas de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) son: “El esteviósido, un glucósido diterpeno de peso Molecular = 804.80 y cuya fórmula es C₃₈ H₆₀ O₁₈ y rebaudiosido A, los cuales se encuentran principalmente en las hojas” (Delgado Encinas, 2007) .

Gráfico 1. Estructura del Steviósido



Fuente: Bello & Guevara, 2014.

A menudo los diabéticos la usan para endulzar con extracto de Stevia las bebidas, ya que posee un poder edulcorante muy alto en relación al azúcar convencional. “El poder de edulcorancia de las hojas es 30 veces más dulce que el azúcar y el extracto alcanza de 200 a 300 veces más dulce que el azúcar” (Ramírez, 2005) Citado por (Landázuri & Tigrero, 2009).

De los cuatro glucósidos encontrados en la Stevia “el rebaudiósido A” tiene las propiedades más sensitivas al gusto más dulce y más marcadas de los cuatro glucósidos del Steviol” (Bello & Guevara, 2014).

2.5.2 Clasificación taxonómica

Tabla N° 1. Clasificación taxonómica de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Genero	Stevia
Especie	rebaudiana
Nombre Científico:	<u>(<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni)</u>

Fuente: (Delgado Encinas, 2007)

2.5.3 Distribución de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en Ecuador.

A pesar de no ser originaria de estas latitudes, se adapta muy bien a diferentes regiones y pisos climáticos del país. Es así que en Ecuador se encuentran algunas especies distribuidas por provincias. “*S. anisostemma* y *S. bertholdii* en Chimborazo e Imbabura: *S. crenata*; en Loja *S. bertholdii*; en Pichincha, *S. anisostemma*, *S. crenata*, *S. dianthoidea*., en Tungurahua *S. tunguraguensis*” (Valencia, *et al.*). Citado por (Landázuri & Tigrero, 2009).

En la Provincia del Carchi se cultiva en la cuenca baja del Rio Mira y en la zona de Intag Provincia de Imbabura; sus cultivos son orgánicos, ayudan al cuidado del medio ambiente y a mejorar los ingresos de las familias de escaso recursos económicos, dedicados a esta actividad. (Mejía, 2014)

2.5.4 Aplicaciones y propiedades de la Stevia

Son numerosas las propiedades y uso de la Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), por ejemplo en la alimentación humana o animal, y en aplicaciones agropecuarias. Los efectos de la aplicación del extracto de Stevia y sus propiedades en el sector agropecuario son numerosos, por ejemplo; “se utiliza extractos de Stevia para abonar suelos con el fin de estimular los procesos fotosintéticos de los cultivos y obtener una elevada concentración de azúcares en los frutos” (Landázuri & Tigrero, 2009).

2.6 LA PAPA

2.6.1 Importancia del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

A nivel nacional el cultivo de papa ha tenido un importante crecimiento debido a la creciente demanda según datos publicados por el MAGAP (2013). “En el censo del año 2000 se reportó una producción de 240 mil toneladas y en el censo del 2012 (ESPAC-INEC) se incrementó a 285 mil toneladas, registrando así una tasa de crecimiento promedio de 3.20%”.

La superficie cosechada del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), a nivel nacional entre el año 2000 hasta el año 2012 se estimó que tuvo una reducción ya que paso de 50 mil hectáreas a 34 mil hectáreas, según datos de la encuesta del 2012 (ESPAC-INEC). “En este mismo periodo la productividad se elevó en un 72% (de 4.8 a 8.3 Tm/ha), como resultado del uso de variedades más resistentes a plagas y enfermedades” (MAGAP, 2013).

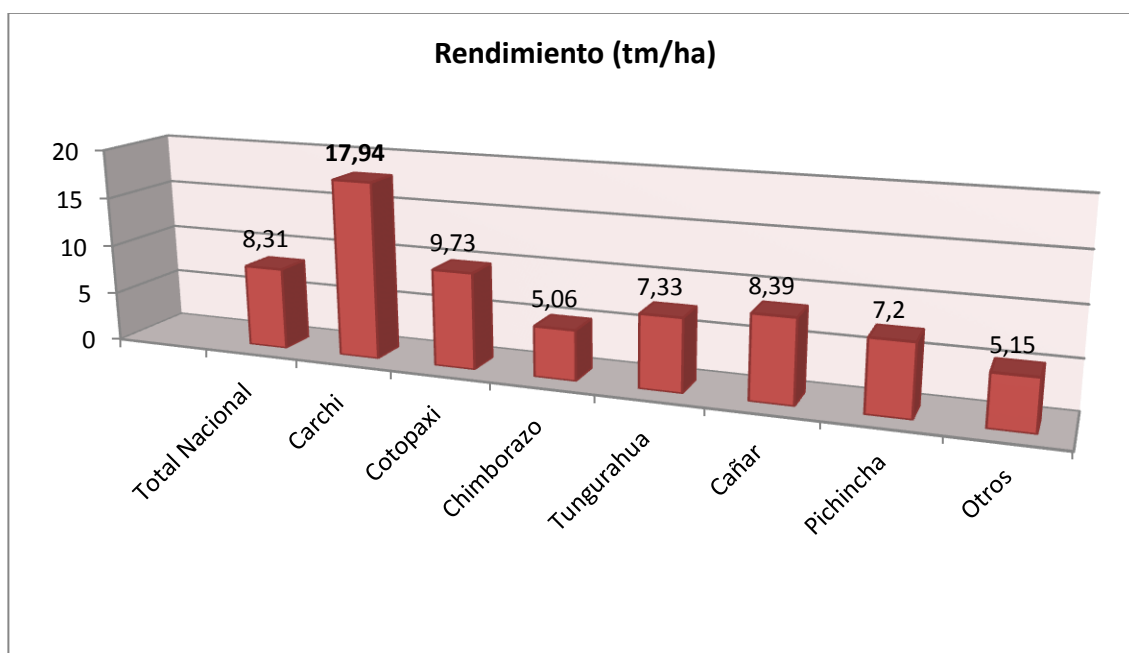
Tabla N° 2. Superficie, producción y rendimientos provinciales de la papa (*Solanum tuberosum* L.) año 2012

PROVINCIA	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción TM	Rendimiento (Tm/ha)
Total Nacional	35.768	34.317	285.100	8,31
Carchi	4.555	4.459	79.979	17,94
Cotopaxi	7.092	6.630	64.516	9,73
Chimborazo	10.225	10.009	50.646	5,06
Tungurahua	3.408	3.198	23.440	7,33
Cañar	2.845	2.745	23.036	8,39
Pichincha	3.111	2.939	21.167	7,2
Otros	4.532	4.337	22.316	5,15

Fuente: ESPAC, 2012; MAGAP, 2013

Actualmente la provincia del Carchi se caracteriza por poseer el rendimiento más alto a nivel nacional, a pesar de no tener el mayor número de hectáreas sembradas según datos recogidos en el censo de la ESPAC (2012). “Carchi, sin tener la mayor área de siembra (13%), es la provincia con mayor producción de papa (28%), cuenta con el mayor nivel de productividad del país (18 Tm/ha)” (MAGAP, 2013).

Gráfico 2. Rendimiento Provincial de papa (*Solanum tuberosum* L.) año 2012 (Tm/ha)



Fuente: MAGAP, 2013; Elaborado: Quiroz, 2014.

Tabla N° 3. Clasificación Taxonómica de cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

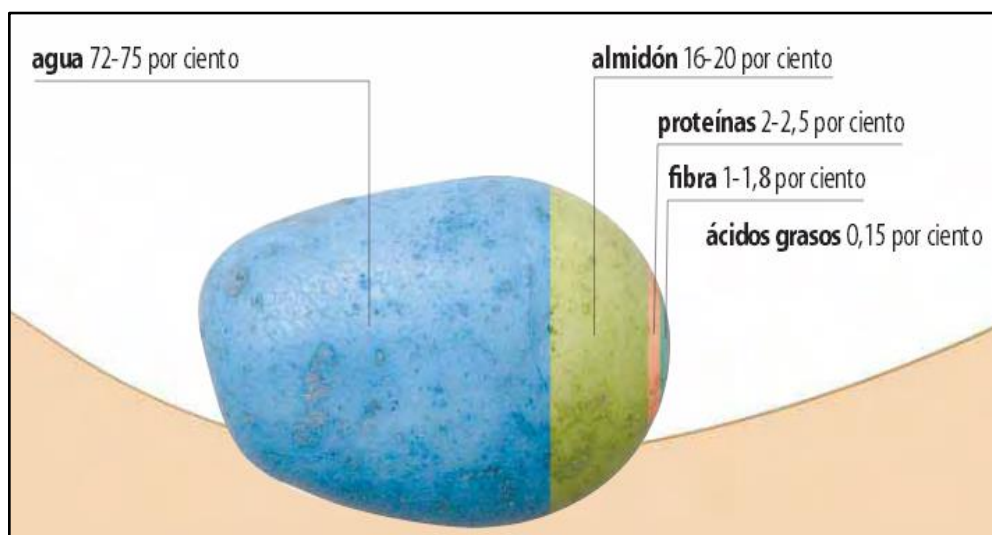
DIVISION	Angiosperma
CLASE	Dicotiledóneas
SUBCLASE	Metaclamideas
ORDEN	Tubifloras
FAMILIA	Solanaceae
GÉNERO	Solanum
ESPECIE	tuberosum
CLASIFICADOR	Linneo

Fuente: Gallegos, Montenegro, Falconí, & Velasteguí, 2011.

2.6.2 Características Químicas y Nutritivas

La papa se encuentra compuesta en su mayoría por agua y carbohidratos. “La papa contiene un 75% de agua, 20% de Carbohidratos, 2% de proteínas y el resto son minerales como potasio, magnesio y fósforo. No contiene grasas. Es rica en carotenos y ácido ascórbico”. (Gallegos,et. al.,. 2011).

Gráfico 3. Composición química del tubérculo de la papa



Fuente: FAO, 2011.

2.6.3 Variedades

Entre las variedades más cultivadas en el Ecuador están la variedad: Fripapa, Gabriela y Superchola. (INIAP, 2009) y entre las variedades más cultivadas en la Provincia del Carchi son: Superchola, Capiro, Única, Yema de huevo, Ratona, Uva, Rosada, Esperanza, Diamante, entre otras. (Gallegos, et. al., 2011)

2.6.3.1 Variedad Superchola

Entre las variedades de mayor aceptación en Ecuador está la variedad Superchola, algunas características químicas de esta variedad son:

Tabla N° 4. Características de la variedad superchola

Características	Promedio
Materia seca %	20.92
Gravedad específica	1.086
Azúcares reductores %	0.25
Almidón %	15.02
Proteínas	7.94
Tiempo de cocción (min)	26.0

Fuente: Andrade H. INIAP (1998) Citado por Benavides & Pozo, 2008.

2.6.4 Características Morfología de la papa

Las características morfológicas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) son las siguientes.

2.6.4.1 Raíces

La raíz en la planta tiene dos funciones: anclaje de la planta al suelo y absorción del agua y nutrientes desde el suelo. “Las raíces de la papa son adventicias, fasciculadas, que nacen desde la base de los brotes y a nivel de los nudos subterráneos” (Dogliotti, Colnago, Galván, & Aldabe, 2011).

Las raíces de la papa de acuerdo a Gallegos, et. al.,(2011). “Son fibrosas, muy ramificadas, finas y largas. Las raíces tienen un débil poder de penetración y solo adquieren un buen desarrollo en el suelo mullido”.

2.6.4.2 Tallos

De acuerdo con Dogliotti, et. al., (2011). Los tallos de la papa están representados: Por tallos aéreos, estolones y tubérculos.

- **Tallos aéreos**

Son herbáceos fuertes y angulosos de longitud y diámetro variable, de acuerdo con la variedad, la edad de la planta y la fertilidad del suelo.

- **Estolones**

Son tallos subterráneos laterales en formas de ganchos, en cuya curvatura subapical se desarrollan los tubérculos, la longitud de estos y el periodo de su formación son diferentes para cada variedad.

- **Tubérculos**

Son órganos de almacenamiento y contienen del 70 al 80% de materia seca producida por la planta. Son los órganos comestibles de la papa, formados por tejido parenquimático, donde se acumulan las reservas de almidón.

2.6.4.3 Hojas

Las hojas son una de las partes más importante de la planta, ya que “constituyen los órganos de fotosíntesis de la planta. De su tamaño y actividad depende la capacidad de la planta para la producción diaria y de su duración el tiempo durante el cual están creciendo los tubérculos” (Dogliotti, Colnago, Galván, & Aldabe, 2011)

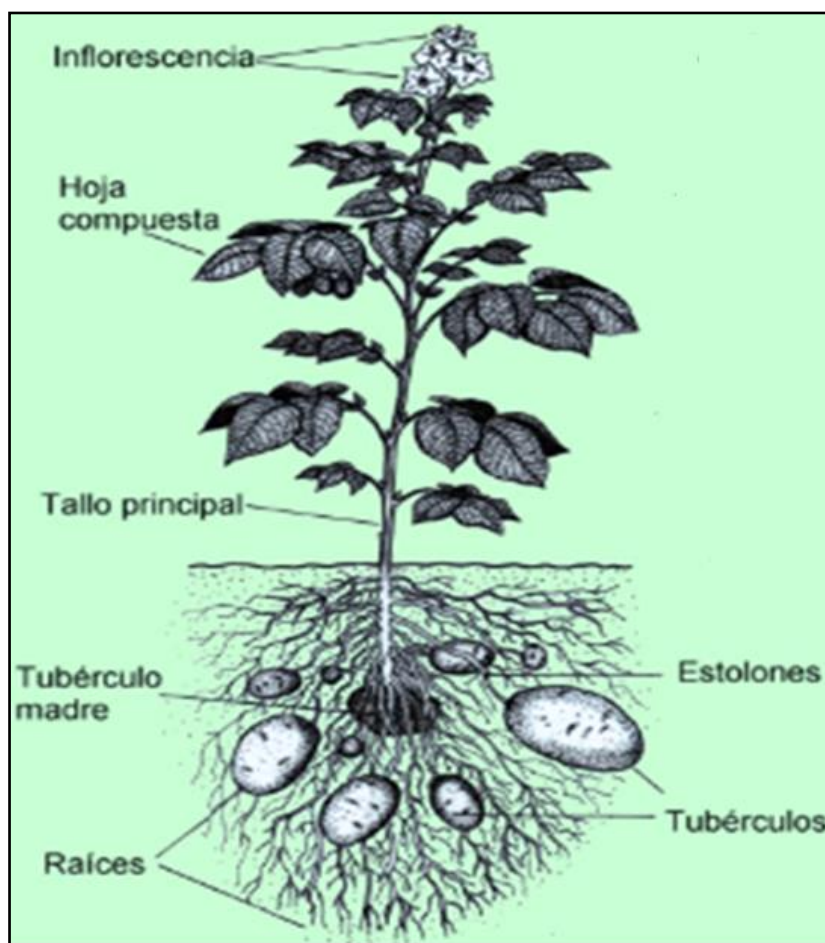
Morfológicamente según Gallegos, et. al.,(2011) las hojas de la papa. “Son irregularmente imparipinadas y con folíolos primarios, secundarios e intercalares. Sus nervaduras son reticulares con mayor densidad en los nervios y en los bordes del limbo”.

2.6.4.4 Flores y Frutos

La coloración de las flores esta en función de la variedad a la que pertenece. Según Sherwood & Pumisacho (2002). “Las flores nacen en racimos y por lo regular son terminales. Cada flor contiene órganos masculino (androcéo) y femenino (ginecéo). Son pentámeras (poseen cinco pétalos) y sépalos que pueden ser de variados colores, pero comúnmente blanco, amarillo, rojo y púrpura”.

El fruto tiene importancia en el mejoramiento genético. Morfológicamente Dogliotti, et. al., (2011) describe al fruto. “Es una baya esférica bilocular, que contiene numerosas semillas las cuales son planas ovaladas y pequeñas”.

Gráfico 4. Morfología de la planta de papa



Fuente: (Ponencia PAPA, 2015)

2.6.5 Fases fenológicas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

El ciclo fenológico del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), comprende las etapas fenológicas de: brotación, crecimiento vegetativo, floración, tuberización y maduración, tienen cada una un tiempo de duración de aproximadamente un mes. (MAGAP, 2013).

2.6.5.1 Brotación y Emergencia

Esta etapa fenológica va desde la siembra de la semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.), hasta la aparición de las plantulas. Falconi (2013) describe fisiológicamente esta etapa que inicia con “la aparición de las primeras hojas sobre la superficie del suelo, en la cual se inicia actividad fotosintética de la biomasa foliar, se caracteriza por la imponente cinética de formación de hoja, con altos índices de fotosíntesis y respiración celular”.

Esta etapa es muy importante desde el punto de vista fisiológico, porque: “En esta etapa los asimilados se destinan al crecimiento de hojas, tallos, raíces y hacia el final de la etapa también estolones” (Dogliotti, et. al.,2011).

2.6.5.2 Crecimiento Vegetativo.

Dogliotti, et. al.(2011), señala que en esta etapa la planta consume la reservas acumuladas en el tubérculo, la fuente principal de asimilados son los almacenados en el tubérculo semilla, y luego al irse consumiendo las reservas y aumentando el área foliar fotosintéticamente activa, esta pasa a ser la fuente principal de asimilados.

Esta etapa fenológica va desde el inicio de la formación de estolones de papa (*Solanum tuberosum* L.) hasta la floración. “Donde las yemas de las porciones edafo radiculares incrementan su crecimiento fisiocualitativo, en forma de ramificaciones laterales. Esta etapa se diferencia fisiológicamente porque los fotosintatos (sacarosa, fructosanos, aminoácidos), producidos por la planta se direccionan a la consolidación de la formación de los tubérculos” (Falconi, 2013)

2.6.5.3 Floración

Se detiene el crecimiento apical del tallo, transformándose en yemas florales. “En algunas variedades esta fase coincide, con el inicio de la tuberización. Se caracteriza metabólicamente, porque la gran mayoría de fotosintatos se direccionan y acumulan en los tubérculos” (Falconi, 2013).

2.6.5.4 Tuberización

La etapa de tuberización es una de las más importantes, del ciclo fenológico del cultivo de papa, ya que de esta etapa depende en gran parte la calidad y cantidad de tubérculos obtenidos. “Se caracteriza por el aumento del volumen de tubérculos a causa de la acumulación de almidón” (Falconi, 2013).

Desde el punto de vista nutricional. Rojo (2014), describe los elementos de mayor extracción por parte de la planta en esta etapa. “Dentro de los elementos minerales, el tubérculo toma en mayor cantidad el potasio, luego nitrógeno y en tercer lugar el magnesio”.

2.6.5.5 Maduración

Es la etapa final del cultivo de papa donde se produce la senescencia del cultivo, se produce una relación inversamente proporcional entre crecimiento del follaje y 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 removilizados y transportados hacia los tubérculos” (Dogliotti, et. al.,2011).

Tabla N° 5. Índices de maduración en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

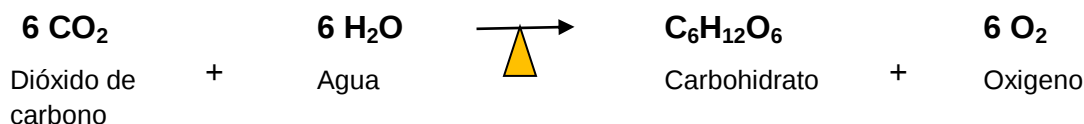
DÍAS	SIGNIFICADO
< 121	Muy temprana
121 - 150	Temprana
151 - 180	Semitemprana
181 - 211	Semitardía
211	Tardía

Fuente: Falconi, 2013

2.6.6 Descripción del procesos Fotosintético de llenado del tubérculo

2.6.6.1 Fotosíntesis

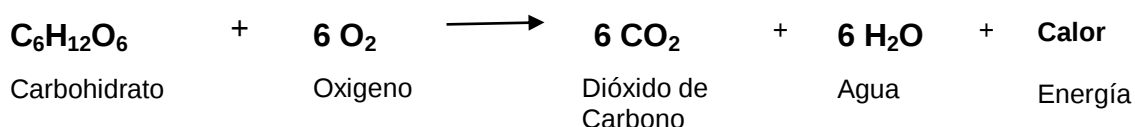
La fotosíntesis es el proceso químico, en donde la energía del Sol es transformada en otra forma de energía, llamada energía química (Encarta, 2009). “Esta función realizada por la planta utiliza la energía del sol, el dióxido de carbono y el agua, y transforma en hidratos de carbono (azúcares, almidón) y libera oxígeno” (Martínez, 2009).



“En la fase oscura de la fotosíntesis no hace falta luz. El dióxido de carbono que las plantas absorben del aire se transforma en azúcar, utilizando la energía química que se había almacenado en las hojas” (Encarta, 2009).

2.6.6.2 Respiración

Esta función es el proceso inverso al que sucede en la fotosíntesis, en esta ecuación se detalla generalmente como ocurre este proceso.



Martínez (2009) señala. “La planta de papa es un organismo especializado en el almacenamiento de productos de la fotosíntesis (almidón). Por lo tanto, una apropiada producción de tubérculos depende de que la fotosíntesis sea mayor que la respiración”.

El proceso de transformar compuestos inorgánicos a orgánicos abarca procesos complejos, desde el punto de vista fisiológico y químico. “La compleja serie de reacciones que culminan con la reducción del CO_2 incluyen las reacciones tilacoidales y las reacciones de fijación del carbono” (Taiz & Zeuger, 2006).

2.6.6.3 Reacciones fotosintéticas de los tilacoides

Este primer proceso es directamente dependiente de la energía luminosa y tiene lugar en las membranas internas de los cloroplastos denominados tilacoides, cuyo principal evento es la oxidación del H_2O a O_2 y la transferencia de electrones, los cuales acaban reduciendo nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADP^+) a nicotinamida adenina dinucleótido fosfato reducido (NADPH). (Taiz & Zeuger, 2006).

Otra de las reacciones es la síntesis de ATP (Adenosin Trifosfato) a partir de ADP (Adenosin Difosfato) más fosfato (P), esta reacción es también dependiente de la luz, que se conoce como fotofosforilación. (Taiz & Zeuger, 2006)

2.6.6.4 Reacciones del carbono de la fotosíntesis

Anteriormente eran conocidas como reacciones de la fase oscura de la fotosíntesis, dicho termino a perdido vigencia, ya que segun Taiz & Zeuger (2006) estas reacciones localizadas en el estroma también dependen de productos fotoquímicos y están también reguladas por la luz.

Las reacciones no dependientes de luz o generalmente conocidas como reacciones oscuras, en la cual es importante la reducción del C, N, y S originarias del CO_2 , NO_3^- y SO_4^{2-} , donde se derivan además productos primarios como las triosas fosfatos, de la cual participa principalmente el C. Sustancias que posteriormente son trasladadas de los cloroplastos hacia el citoplasma donde se utiliza principalmente como materia prima para la síntesis de sacarosa y de allí se moviliza por medio del floema al resto de la planta y finalmente dependiendo del estadio fisiológico al tubérculo. Simultáneamente y relacionado directamente con el flujo fotónico, además de la energía con y por medio de ésta conduce procesos de formación, acumulación y degradación de carbohidratos, especialmente estructurales, su principal naturaleza el almidón (Falconi, 2013).

2.6.6.5 Proceso de síntesis de sacarosa en el citoplasma

Según Taiz & Zeuger (2006), se ha demostrado que el lugar de síntesis de la sacarosa es el citosol (parte líquida del citoplasma), a partir de triosas fosfato, en una ruta similar a la del almidón, es decir a partir de fructosa -1,6-bifosfato y glucosa-1-fosfato.

De acuerdo a lo señalado por Padilla & Martínez (2007). “La sacarosa durante el día se sintetiza en el citoplasma a partir de triosas fosfato provenientes del cloroplasto, por la noche se elabora como producto derivado de la degradación de almidón”.

2.6.6.6 Carga del floema

De acuerdo a lo expresado por Cabezas (2012). “La translocación de fotoasimilados y otros compuestos metabólicos y elementos esenciales se lleva a cabo vía floema”.

El proceso de transformar compuestos inorgánicos a orgánicos abarca procesos complejos, desde el punto de vista fisiológico. “En el movimiento de los fotoasimilados desde los cloroplastos del mesofilo hasta los elementos cribosos de las hojas maduras, lo que se denomina carga del floema, están implicadas varias etapas de transporte”(Oparka y van Bel, 1992) Citado por (Taiz & Zeuger, 2006).

El movimiento de agua y de otros solutos orgánicos involucra los procesos de carga en la fuente y de descarga en el sumidero, también conocido como patrón fuente a destino. “La comprensión de estos mecanismos proporcionará las bases tecnológicas para aumentar la productividad de los cultivos, incrementando la acumulación de fotoasimilados en tejidos sumideros comestibles” (Taiz & Zeuger, 2006).

Las vías por donde los fotoasimilados pueden moverse desde las hojas fuentes hasta un destino o sumidero, por ejemplo un órgano de almacenamiento, son a través del simplasto o del apoplasto. “Otros estudios han demostrado que el flujo de salida de sacarosa al apoplasto aumenta por la disponibilidad de potasio (K) en el apoplasto, sugiriendo que un mejor aporte de nutrientes aumenta el transporte a los sumideros y refuerza el crecimiento del sumidero” (Taiz & Zeuger, 2006).

Generalmente por la ruta apoplástica va a ser utilizada para el transporte de sacarosa exclusivamente, en cambio por la ruta simplástica, además de sacarosa se van a transportar oligosacáridos como rafinosa y estaquiosa. (Taiz & Zeuger, 2006)

2.6.6.7 Descarga del floema

Como se vio en el ítem anterior respecto a la carga del floema, en el cual los procesos conducen a la exportación de los azúcares, en cambio el proceso de descarga en el floema se conoce como importación que consiste en el transporte a los órganos sumidero, como raíces en desarrollo, tubérculos y estructuras reproductivas. (Taiz & Zeuger, 2006)

Al igual que ocurre en el proceso de carga del floema, la descarga también se produce a través de la ruta simplástica y apoplástica. “Las hojas en crecimiento, raíces y sumideros de almacenamiento, en los que el carbono es almacenado como almidón y proteína, emplean la descarga simplástica del floema” (Taiz & Zeuger, 2006)

Si la vía de descarga es la apoplástica, “la sacarosa puede ser degradada a monosacáridos, glucosa y fructosa y así puede ingresar a los tejidos de almacenamiento” (Patrick, 1997) Citado por (Cabezas, 2012).

Los azúcares transportados tienen dos alternativas servir como sustrato para la respiración o convertirse en polímeros de reserva y a compuestos necesarios para el crecimiento. (Taiz & Zeuger, 2006)

2.6.6.8 Asignación y reparto de fotoasimilados

Los fotoasimilados son distribuidos a través de la planta por un proceso de asignación y otro de reparto. La regulación de la partición del carbono fijado en las diversas rutas metabólicas se denomina asignación en cambio la distribución diferencial de fotoasimilados en la planta se denomina reparto. (Taiz & Zeuger, 2006)

Las sustancias entran y salen de las hojas a través de dos estructuras completamente diferentes: los haces vasculares y los estomas. “Los haces vasculares forman un sistema de tuberías que puede dirigir el flujo de fotoasimilados a varios sumideros: hojas jóvenes, tallos, raíces, frutos o semillas” (Taiz & Zeuger, 2006).

2.6.6.9 Partición sacarosa-almidón

Este proceso consiste en el transporte de fotoasimilados desde las hojas (fuentes), hacia los órganos de almacenamiento (sumideros). “La asimilación fotosintética del CO₂ atmosférico en hojas rinde sacarosa y almidón como productos finales de dos vías gluconeogénicas que están físicamente separadas: sacarosa en el citosol y almidón en el cloroplasto” (Química 2, 2015).

En cultivos como la papa que tiene como órganos de almacenamiento a los tubérculos tiene gran importancia la síntesis de sacarosa y almidón. “Los carbohidratos sintetizados por el ciclo de Calvin se transforman en formas de almacenamiento de energía: sacarosa y almidón” (Taiz & Zeuger, 2006)

Los productos de la fotosíntesis son principalmente azúcares, que al moverse por los tejidos vasculares, al sitio de descarga se convierten en fotoasimilados. “Aunque la sacarosa es el principal asimilado exportado, también puede ser oligosacárido de sacarosa galactosilo tales como: rafinosa, estaquiosa, verbascosa, sorbitol o manitol” (Taiz & Zeuger, 2006).

Según Cabezas (2012). “La sacarosa es el principal azúcar translocado en papa y se sabe que la proporción de glucosa: fructosa aumenta marcadamente en la transición entre estolón y tubérculo”.

La sacarosa se convierte por tanto en uno de los principales azúcares exportados desde las hojas (fuentes), hasta los tubérculos (sumideros). Por lo que para conseguir un adecuado rendimiento, “se deben dar las condiciones ideales para una descarga de sacarosa sin interrupciones, garante de la síntesis posterior de almidones y de la adecuada acumulación en los tubérculos” (Cabezas, 2012).

2.6.7 El Cultivo de papa: Aspectos agronómicos

2.6.7.1 Clima y suelo

Para el desarrollo normal del cultivo de papa, la planta requiere una temperatura entre los 6 a 18°C, una precipitación por ciclo de entre 600 a 1,200 mm de agua. (Fuente: INIAP, 2002).

Es recomendable que el suelo mantenga una buena aireación, en suelos muy mullidos hay una deficiente nutrición, ya que de la porosidad del suelo influye en la disponibilidad de nutrientes para ser absorbidos por la planta Gallegos,et. al.,(2011) señala “la textura se convierte en el principal factor a considerar por cuanto se requiere de suelos con texturas que favorezcan una buena aireación, drenaje y una penetración profunda de las raíces”.

La provincia del Carchi posee una amplia gama de suelos que son adecuados para este cultivo. “El cultivo de la papa prefiere los suelos ligeros o semiligeros, ricos en materia orgánica y con un subsuelo profundo, con pH entre 5.5 a 6.0. Los suelos francos son los que presentan las mejores condiciones para el cultivo” (Gallegos,et. al., 2011).

2.6.7.2 Preparación del suelo

La preparación del suelo comienza desde el momento mismo en que se toma la muestra de suelo para ser analizada en el laboratorio, y así hacer un cultivo tecnificado. Si el suelo antes de la siembra ha sido potrero entonces hay que hacer la aplicación de un herbicida a base de Glifosato (Dosis 4Lt.x ha., de agua), por lo menos un mes antes de la siembra, según lo señalado por Gallegos, et. al., (2011). "La preparación de un suelo para el cultivo es lo que se define como labranza y consiste en mover el suelo para mejorar la aireación, porosidad, humedad, control de malezas, hasta una profundidad de 20 a 30 cm".

2.6.7.3 Desinfección de la semilla

El proceso de desinfección de la semilla se puede realizar utilizando amplia gama de agroquímicos Falconi (2013) recomienda utilizar 100g sulfato de cobre pentahidratado en 200 litros de agua y sumergiendo la semilla en esta solución por espacio de cinco minutos.

2.6.7.4 Labores culturales

Las principales labores culturales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), generalmente son tres: siembra, retape, deshierba – rascadillo, y aporque. La finalidad de estas labores es el combate de malas hierbas y la incorporación de fertilizantes compuestos principalmente por (N), (P) y (K). Falconi (2013): Describe en que consisten el retape la deshierba y el aporque en el cultivo de papa.

- **Siembra**

Luego de una buena preparación del suelo, selección y desinfección de la semilla, se procede a la siembra. Según información encontrada en el MAGAP; (2013) La variedad "Superchola", tiene una densidad de siembra de 21,800 plantas/hectárea.

- **Retape**

Es una labor que consiste en el aporte del fertilizante de síntesis química, entre los 15 y 21 días luego de la siembra; es útil para el control manual de malezas, y paralelamente aporta con óptimas condiciones de aireación de suelo. (Falconi, 2013)

- **Deshierba y rascadillo**

Son prácticas que ocurren generalmente de forma simultánea, cuando la planta tiene de 10 a 15 cm de altura, en los primeros 25 a 45 días luego de la siembra, donde se libera al cultivo de plantas que compiten por espacio, luz y de forma general se oxigena el suelo y del efecto alelopático que algunas de las malezas puedan ejercer. (Falconi, 2013)

- **Aporque**

Una de las labores culturales finales del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), es el aporque, Gallegos,et. al,. (2011) describe en que consiste. “Las plantas se cubren los estolones, asegurando de esta manera buenas condiciones para el desarrollo normal de los tubérculos, esta labor ayuda a regular la humedad existente en el suelo, impidiendo pudriciones y el agobiamiento prematuro de las plantas”.

2.6.7.5 Requerimientos Nutricionales

La cantidad de fertilizantes a aplicar, varían en función del suelo y el cultivo anterior. Para realizar una adecuada fertilización hay que tomar en cuenta las recomendaciones dadas por el técnico luego de la interpretación del análisis de suelo, respectivo. “Es importante anotar que no todos los nutrientes que están en el suelo se encuentran disponibles, ya que existen factores que afectan su absorción por parte de la planta como son; pH, antagonismo entre nutrientes, salinidad, etc” (Gallegos,et. al,. 2011).

Tabla N° 6. Requerimiento Nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) (Kg/ha)

Interpretación del análisis del suelo	Kilogramo por hectárea		
	N	P205	K20
BAJO	200	300	150
MEDIO	150	150	100
ALTO	50	80	40

Fuente: Gallegos,et. al.,2011

La aplicación foliar de fertilizantes tiene algunas ventajas agronómicas, vs la aplicación de nutrientes al suelo según lo señalado por Taiz & Zeuger (2006). “La aplicación foliar puede reducir el tiempo de demora entre la aplicación del nutriente y su incorporación a la planta, que podría ser importante durante una fase de crecimiento rápido”.

Gallegos,et. al., (2011) señala la utilidad de la aplicación de fertilizantes foliares en cultivo de papa. “El follaje de la planta de la papa tiene una gran capacidad de absorción por lo cual la fertilización foliar se utiliza como el sistema más rápido para corregir las deficiencias nutricionales”.

2.6.7.6 Fertilización

La fertilización está encaminada a proveer a los cultivos de los nutrientes esenciales para su desarrollo, estos nutrientes abarcan los macronutrientes, micronutrientes y elementos esenciales.” (Taiz & Zeuger, 2006).

Tabla N° 7. Extracción total de nutrientes del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) y los niveles productivos.

Rendimiento T ha-1	N Kg Ha-1	P2O5 Kg Ha-1	K2O	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
17 - 20	70	15	140	25	10	400	35	1055	200
50 - 80	220	50	350	95	35	900	60	4600	550

Fuente: Falconi, 2013

Los requerimientos nutrimentales del cultivo de papa son altos, para alcanzar un rendimiento mayor a 50 t/ha de papa, extrae alrededor de 220; 50 y 350 kg/ha de N; P2O5 y K2O, respectivamente, según Falconi (2013).

“La extracción de nutrientes minerales edáficos, están en función de la variedad sembrada, fertilidad de suelo, condiciones climatológicas, calidad varietal y manejo de cultivo”.

- **Nitrógeno**

El nitrógeno es uno de los elementos esenciales indispensable para el normal desarrollo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), según Sherwood & Pumisacho (2002), “el nitrógeno es constituyente de la clorofila y está involucrado en el proceso de fotosíntesis, es componente de las vitaminas y aminoácidos que forman proteínas y ácido nucleicos”.

Las deficiencias de Nitrógeno se manifiestan con una clorosis que afecta primeramente a las hojas mas viejas cerca de la base de la planta, pudiendo alcanzar tambien a las hojas mas jovenes de acuerdo a lo señalado por Taiz & Zeuger (2006).

Otra de las manifestaciones importante de la deficiencia de Nitrógeno en el cultivo de papa según Bergonzi (2014). “Se originaran tubérculos antes de que las plantas desarrollen un área foliar adecuada. Esto termina con una producción potencial limitada”.

Específicamente en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), de acuerdo con Sherwood & Pumisacho (2002) .“La aplicación exesiva de nitrógeno pueden prolongar el ciclo vegetativo, reducir el porcentaje de materia seca de los tubérculos, provocar acame y aumentar la susceptibilidad a enfermedades, favorece el crecimiento exagerado del follaje, reduciendo la producción de tubérculos”.

- **Fósforo**

También es esencial en el desarrollo de las plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.), ya que como fosfato (PO_4^{3-}).

“Es un componente fundamental de las células vegetales, como los intermediarios azúcar-fosfato de la respiración y la fotosíntesis, además de los fosfolípidos que forman parte de las membranas vegetales” (Taiz & Zeuger, 2006).

Los síntomas visibles de esta deficiencia son: “El crecimiento raquítico de plantas jóvenes y la presencia de una coloración verde oscura en las hojas, que pueden estar malformadas y presentar pequeñas manchas de tejido muerto llamadas manchas necróticas” (Taiz & Zeuger, 2006).

Hay que aplicarlo generalmente desde las primeras etapas del cultivo debido a su poca movilidad y para evitar enanismo de las plantas. “Una deficiencia de fósforo retarda el crecimiento apical, dando lugar a plantas pequeñas y rígidas. Se reduce la formación de almidón en los tubérculos” (Sherwood & Pumisacho, 2002).

Según Sherwood & Pumisacho (2002). “El fósforo (P) es esencial para la calidad y rendimiento de los cultivos, promueve la rápida formación de tubérculos y crecimiento de las raíces, es un elemento crítico durante el periodo inicial de desarrollo de la planta y de tuberización”.

Finalmente según Sherwood & Pumisacho (2002), explican la importancia del fósforo en la calidad final del tuberculo ya que de existir deficiencias.” Se reduce la formación de almidón en los tubérculos, contribuyendo a la formación de manchas necróticas de color castaño herrumbre, distribuidas en forma dispersa en toda la pulpa”.

- **Potasio**

Es uno de los elementos de mayor extracción en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). “El cultivo de papa extrae grandes cantidades de potasio (300 a 600 kg/ha de K₂O)” (Sherwood & Pumisacho, 2002).

Al igual que el fósforo es un elemento imprescindible en la fotosíntesis, según Taiz & Zeuger (2006). “Tiene un papel importante en la regulación del potencial osmótico de las células vegetales, además es un activador de muchas enzimas implicadas en la respiración y fotosíntesis”.

Según Sherwood & Pumisacho (2002). “Es importante para la descomposición de carbohidratos para producir energía, ayuda a controlar el balance iónico y contribuye a la translocación de metales pesados como Fe”.

Es importante en la producción de altos rendimientos ya que interviene en la síntesis de azúcares y almidón. “Ayuda, por su gran movilidad, en el traslado de la glucosa a los tubérculos” (Rojo, 2014)

Es importante en la calidad final de los tubérculos obtenidos. “Tiene fuerte influencia en la textura, coloración y sabor de la papa, como también en la conservación de ésta, dando más firmeza a la piel y resistencia a los golpes” (Rojo, 2014).

Entre los síntomas visibles de la deficiencia de potasio (K), “es la presencia de un moteado o clorosis marginal, que produce una necrosis, esas lesiones necróticas pueden formarse inicialmente en el extremo de la hoja y en los márgenes, incluso extenderse hacia la base de la hoja” (Taiz & Zeuger, 2006)

Según Sherwood & Pumisacho (2002). “Cuando existe deficiencia en potasio las hojas superiores son pequeñas, arrugadas y de un color verde más oscuro de lo normal. Ocurre necrosis en las puntas, márgenes y clorosis intervenal en las hojas viejas”.

2.6.7.7 Plagas y enfermedades de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

Según el Boletín Situacional MAGAP (2013), en las principales provincias productoras de papa: Carchi, Cotopaxi y Chimborazo a nivel nacional, en lo referente al estado fitosanitario del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), se señala las principales plagas y enfermedades que atacaron al cultivo en el año 2013.

- **Plagas**

Las principales plagas que atacaron al cultivo de papa en el año 2013 fueron: Pulguilla (*Epitrix spp*) especialmente en la etapa de crecimiento vegetativo, Gusano Trozador (*Agrotis ypsilon*) en la etapa de brotación, Gusano blanco (*Premnotypes vorax*) en las etapas de brotación y maduración, Minador (*Liriomyza huidrobrensis*) en la etapa de crecimiento vegetativo.

- **Enfermedades**

Las principales enfermedades que afectaron al cultivo durante el año 2013 en las provincias productoras fueron: Tizón temprano (*Alternaria solani*) en el crecimiento vegetativo desde el primer hasta tercer mes del cultivo, Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en crecimiento vegetativo desde el segundo hasta el cuarto mes, Oidium (*Oidium spp*) en la etapa de crecimiento vegetativo cerca de la maduración y Rizoctonia (*Rizoctonia solani*) en la etapa de cosecha.

2.6.7.8 Cosecha

Según datos del MAGAP (2013), el ciclo del cultivo dura aproximadamente 180 a 210 días, el cual depende de la semilla, la temperatura y de la altitud. Gallegos, et, al., (2011) describe algunas características para determinar la madurez fisiológica del cultivo de papa. “Se presenta un amarillamiento generalizado y marchitez de los órganos aéreos, la piel del tubérculo no se desprende con facilidad. El corte del follaje de la planta ayuda a producir el endurecimiento de la piel del tubérculo”.

2.6.7.9 Costos de Producción

El costo total para producir una hectárea de papa según el Boletín Situacional MAGAP (2013), fue de USD 4,285.89. Este valor está relacionado con la utilización de un sistema tecnificado-convencional de siembra.

En la estructura de costos, el 24.41% se lo destina a la fertilización, debido a que el cultivo requiere de gran cantidad de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, boro, magnesio, zinc, azufre, entre otros). El 21.35% se lo destina a la cosecha, debido a la gran cantidad de mano de obra que se requiere para esta actividad.

El 18.57% a la siembra (incluye la semilla y la mano de obra); y el 35.67% restante, está encaminado para la preparación del terreno, labores culturales, control de insectos y enfermedades y el arriendo del terreno.

El cultivo de papa requiere de alrededor de 113 jornales por hectárea para las diferentes actividades del proceso de producción, los cuales representan el 32.22% del costo total de producción.

Tabla N° 8. Costo de producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

ATIVIDAD	PRODUCCIÓN COSTO (USD/ha)
Preparación del terreno	340,50
Siembra	796,00
Fertilización	1046,12
Labores Culturales	336,00
Control de insectos	39,62
Control de enfermedades	312,65
Cosecha	915,00
Arriendo de terreno	500,00
COSTO TOTAL	4285,89
Rendimiento Nacional (Tm/ha)	8,31
Costo por kg	0,52

Fuente: MAGAP,2013

2.7 VOCABULARIO TÉCNICO

Almidón. “El almidón es un glúcido complejo (polisacárido) y el más representativo de todos los glúcidos que producen los vegetales, de hecho constituye la principal reserva carbohidratada de las plantas superiores” (Natureduca, 2015).

Apoplasto: “Es la parte vegetal exenta de actividad metabólica; constituye un sistema mas o menos continuo de paredes celulares, espacios intercelulares y células del xilema interconectadas. El movimiento ascendente de sustancias absorbidas por las raíces, tiene lugar predominantemente a través de este sistema” (García & Fernandes, 2015).

Aplicación Foliar. Aplicación de fertilizantes a las hojas por rociado. (Taiz & Zeuger, 2006).

Baya. Tipo de fruto carnoso con semillas rodeadas de pulpa. (Diccionario Agrícola , 2015)

Cloroplastos. Orgánulos limitados por doble membrana que se denominan plastos. Las membranas de los cloroplastos son ricas en glicosilglicéridos. Las membranas de los cloroplastos contienen clorofila asociada a proteínas, y constituyen el lugar donde se realiza la fotosíntesis. (Taiz & Zeuger, 2006)

Carbohidratos. Son compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno, de ahí que sean llamados carbohidratos o hidratos de carbono. Constituyen las reservas energéticas de las células vegetales (almidón). (Natureduca, 2015)

Caroteno. Cada uno de los hidrocarburos no saturados, de origen vegetal y color rojo, anaranjado o amarillo.

Cromatina: sustancia del núcleo celular que da color.

Citosol: parte líquida del citoplasma.

Dictionosoma: organito celular que elabora glúcidos y proteínas.

Elementos cribosos. Las células del floema que conducen los azúcares y otros materiales orgánicos por la planta. (Taiz & Zeuger, 2006)

Elemento esencial. Es aquel cuya ausencia impide a la planta completar su ciclo vital. (Arnon y Stout 1939) Citado por (Taiz & Zeuger, 2006).

Estroma. Compartimento fluido alrededor de los tilacoides, es equivalente a la matriz mitocondrial.

Fertilizante. Sustancia orgánica o inorgánica que mejora la calidad del sustrato a nivel nutricional para las plantas arraigadas en éste. (Diccionario Agrícola , 2015)

Fertilizante simple. Es aquel fertilizante químico que contiene uno solo de los nutrientes minerales; nitrógeno, fósforo y potasio, conocidos como sales de macronutrientes. (Taiz & Zeuger, 2006)

Fertilizante compuesto. Es aquel fertilizante químico que contiene dos o más de los nutrientes minerales; nitrógeno, fósforo y potasio, conocidos como sales de macronutrientes. (Taiz & Zeuger, 2006)

Fertilizantes sintéticos. Los fertilizantes sintéticos son aquellos que son elaborados por el hombre con sustancias químicas, también se les llama fertilizantes artificiales. (Diccionario Agrícola , 2015)

Floema. Es el sistema conductor que trasfiere los productos de la fotosíntesis desde las hojas maduras a las áreas en crecimiento y a las áreas de almacenaje, incluyendo a las raíces. El floema también redistribuye el agua y otras sustancias por todo el cuerpo de la planta. (Taiz & Zeuger, 2006)

Fotosíntesis. Proceso metabólico específico de ciertas células de los organismos autótrofos, por el que se sintetizan sustancias orgánicas a partir de otras inorgánicas, utilizando la energía luminosa. (Boletín agrario.com)

Fotosintatos o Fotoasimilados. “Sustancias sintetizadas por las plantas a partir de CO₂ y de la energía solar. Según su función o su estado de desarrollo una parte u órgano de una planta será fuente o sumidero de fotoasimilados” (Diccionario Agrícola , 2015). “Azúcares fotintetizados muy frecuentemente son los monosacáridos glucosa y fructosa, el disacárido sacarosa, o el polisacárido almidón”.

Internodio. Espacio que hay entre dos nudos. (Glosario de Biología, 2015)

Membrana nuclear: envoltura al nucléolo (Glosario de Biología, 2015)

Membrana plasmatica: envoltura hecha de plasma. (Glosario de Biología, 2015)

Meristemo. Es un tejido formado por células indiferenciadas o meristemáticas capaces de generar todos los tejidos vegetales.” (Glosario de Biología, 2015)

Meristemos apicales. Regiones de crecimiento vegetal donde se producen la mayoría de divisiones nucleares (mitosis) y las divisiones celulares. (Taiz & Zeuger, 2006)

Mitocondria: órgano que se ocupa de respiración y de reacciones energéticas de la célula viva (Glosario de Biología, 2015).

Nucléolo: pequeño cuerpo esférico en el núcleo celular (Glosario de Biología, 2015).

Pared celular: borde de una célula (Glosario de Biología, 2015).

Peroxisoma: organelo del citoplasma que contiene enzimas (Glosario de Biología, 2015).

Plasmodesmo: puente intercelular (Glosario de Biología, 2015).

Retículo endoplasmático: formación en citoplasma que se ocupa de la producción de sustancias diversas (Glosario de Biología, 2015).

Ribosoma libre: orgánulo del citoplasma que permite la síntesis de las proteínas (Glosario de Biología, 2015)

Tilacoides: estructura molecular membranosa que permite fotosíntesis (Glosario de Biología, 2015)

Tonoplasto: membrana vacuolar (Glosario de Biología, 2015).

Translocación. El proceso por el cual los productos de la fotosíntesis son transportados a otros tejidos de la planta se conoce como translocación, movimiento fuente -destino. (TECNOVERD, 2015)

Vacuola: cavidad del citoplasma celular que contiene sustancias diversas.

Sacarosa. Es un disacárido que está formado por dos monosacáridos, glucosa y fructosa (Microsoft ® Encarta ® 2009).

Simplasto: Son los tejidos vivos de la planta; constituidos por los protoplastos celulares interconectados por los plasmodermos, siendo el floema el componente esencial del simplasto y en él se transportan las sustancias fotosintetizadas a los tejidos u órganos en donde se utilizan y/o almacenan. (TECNOVERD, 2015)

Steviosido. “Es un glucósido diterpénico, comprendiendo una aglycona de steviol y tres moléculas de glucosa” (Chatsudthipong, V, et. al. 2009).

Xilema. Es el tejido que transporta el agua y los minerales desde el sistema radical a la parte aérea de la planta. (Taiz & Zeuger, 2006)

2.8 HIPÓTESIS.

2.8.1 Hipótesis Alternativa

La aplicación de extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en la etapa de tuberización del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), influirá en el rendimiento del cultivo

2.8.2 Hipótesis Nula

La aplicación de extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en la etapa de tuberización del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), no influirá en el rendimiento del cultivo.

2.9 VARIABLES.

2.9.1 Variable Dependiente:

- Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

2.9.2 Variable Independiente:

- Aplicación de tres dosis de extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA.

3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación es cuantitativa ya que las variables en estudio se ponderaron mediante la toma de datos numéricos. Cumplidos los objetivos antes definidos se evaluaron las variables en estudio: altura de planta, número de tallos, Cobertura del suelo, diámetro de tallos, incidencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), incidencia de mosca minador (*Liriomyza huidrobrensis*), rendimiento, diámetro ecuatorial y polar del tubérculo, densidad del tubérculo, costo/beneficio con la ayuda de un diseño experimental de cuadrado latino (DCL).

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

En este estudio se aplicó la investigación experimental. Los resultados fueron procesados en el programa Infostat, se utilizó un análisis de varianza (ADEVA), también se aplicó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para comparación entre tratamientos.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.3.1 Población

La población estuvo conformada por 1250 plantas distribuidas en 25 unidades experimentales, donde se evaluó el efecto de la aplicación de tres dosis de extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): T1= extracto de stevia (2,5 cc/L), T2 = extracto de stevia (5,0 cc/L), T3 = extracto de stevia (7,5 cc/L), en la etapa de tuberización del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), comparado con un T4= (testigo comercial) y T5= (testigo absoluto), el área total fue de 900 m².

Tabla N° 9. Características del Diseño experimental

Diseño de Cuadrado Latino	Dimensión
Área total del ensayo	900 m ²
Número de Tratamientos	5
Número de Columnas	5
Número de Filas	5
Número total de unidades experimentales	25
Parcela experimental	5 x 5 = 25 m ²
Parcela neta	3 x 3 = 9 m ²
Distancia entre filas	1 m
Distancia entre columnas	1 m
Distancia entre líneas de siembra (surcos)	1 m
Distancia entre plantas	0,5 m

Elaborado: Quiroz, S. (2014)

3.3.2 Esquematización del diseño experimental

La investigación se la realizó mediante la aplicación de un Diseño Experimental en Cuadrado Latino (DCL), para posteriormente poder determinar los mejores tratamientos y rechazar o afirmar la hipótesis.

Gráfico 5. Esquematzación del diseño experimental

Filas	Columnas				
	I	II	III	IV	V
I	T1	T2	T3	T4	T5
II	T5	T1	T2	T3	T4
III	T4	T5	T1	T2	T3
IV	T3	T4	T5	T1	T2
V	T2	T3	T4	T5	T1

Elaborado: Quiroz, S.2014

3.4 OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

Hipótesis	Variable	Criterio	Descripción	Indicador	Técnica	Herramienta	Informante
La aplicación de extracto de Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni), en la etapa tuberización del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), influirá en el rendimiento del cultivo.	VI: Aplicación de extracto de Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni)	Aplicación de tres dosis Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni)	Extracto de Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni)	Dosis: 2,5 cc/Litro; 5,0 cc/Litro y 7,5 cc/Litro	Aplicación foliar	Bomba de Fumigar	Investigador
	VD: Rendimiento del cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> L.)	Altura de planta	Altura de planta cada 20 días	Altura de planta en (cm)	Medición	Fluxómetro	
		Número de tallos	Número de tallos principales	(tallos principales /planta)	Conteo de tallos	Cuaderno de campo	
		Cobertura del suelo	Porcentaje de Cobertura del suelo	Cobertura del suelo. (%)	Medición y observación	Cuaderno de campo	
		Diámetro de tallos	Diámetro de tallos principales	Diámetro de tallos (mm)	Medición	Calibrador pie de rey	
		Incidencia de Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Grado de incidencia de la enfermedad	Incidencia de Tizón Tardío (%)	Conteo de plantas enfermas	Cuaderno de campo	
		Severidad de Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Grado de Severidad de la enfermedad	Severidad de Tizón Tardío (%)	Determinación de tejido afectado	Cuaderno de campo	
		Incidencia de Mosca Minadora (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	Grado de incidencia de la plaga	Incidencia de Mosca Minadora (%)	Conteo de mosca minadora	Cuaderno de campo	
		Rendimiento	Rendimiento por Hectárea	Rendimiento TM/ha)	Pesado	Balanza	
		Dimensión de Tubérculos	Calibre diámetro ecuatorial y polar de los tubérculos	Diámetro ecuatorial y polar en (mm)	Medición.	Calibrador pie de rey.	
		Densidad del Tubérculo	Relación Peso en aire tubérculo y Volumen de agua que ocupa el tubérculo	Peso del tubérculo (g)	Pesado	Balanza Precisión	
				Volumen de agua desalojado (ml)	Medición	Probeta Graduada	
		Beneficio/ Costo (B/C)	Análisis económico	Utilidad (\$)	Costo /Beneficio	Procedimental	

3.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

3.5.1 Información Bibliográfica

Como base y fundamento científico fue necesario recopilar información existente, relacionada al tema de investigación, la cual encontramos en libros, revistas, periódicos, en la web, etc. Por lo que fue fundamental la utilización de la investigación bibliográfica, sobre todo para la estructuración de la fundamentación filosófica, donde se detalló la información encontrada en los últimos años (Capítulo V).

3.5.2 Información Experimental

Se aplicó el método experimental, debido a que consistió en la manipulación de una variable experimental no comprobada que es la dosis de extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones ambientales no controladas.

3.5.3 Información Procedimental.

Esta será la forma de recolectar la información experimental necesaria para la realización de esta investigación se considera factores como: localización del experimento, elección del diseño experimental, las variables a evaluarse, el manejo específico del experimento y la tabulación de datos.

3.5.4 Transformaciones

Las transformaciones se usan regularmente para problemas de varianzas heterogéneas, falta de normalidad y/o falta de aditividad. “Las más comúnmente usadas son la logarítmica, la raíz cuadrada y el arco-seno” (Macchiavelli, 2014).

3.5.5 Localización del Experimento

Este Diseño experimental estuvo localizado en la comunidad Calle Larga, Parroquia Urbina, Cantón Tulcán, Provincia del Carchi.

Tabla N° 10. Datos Ubicación del experimento

Provincia: Carchi
Cantón: Tulcán
Parroquia: Urbina
Comunidad: Calle Larga
Altura: 3005 m.s.n.m.
Latitud: 870798 UTM.
Longitud: 10086768 UTM.
Elaborado: Quiroz, S.2014

3.5.6 Características climatológicas durante el desarrollo del cultivo

Según datos recopilados en la estación meteorológica del aeropuerto "T.CRNEL. Luis A. Mantilla" de Tulcán, entre los meses de febrero a agosto del 2014, periodo de tiempo que comprendió el ciclo fenológico del cultivo, se registró una temperatura promedio de 12,04 °C; registrando la más alta promedio de este periodo en el mes de marzo (13,01°C) y la más baja promedio en el mes de agosto (10,6 °C), según datos tomados con el termómetro de máxima y mínima.

La precipitación acumulada comprendido entre los meses de febrero a agosto del 2014, periodo de tiempo que comprendió el ciclo fenológico del cultivo, se registró una precipitación acumulada de 464,7 mm.

Tabla N° 11. Características Climatológicas

Climatología	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temperatura Media (°C)	12,38	13,01	12,4	12,5	12	11,4	10,6
Humedad Relativa (%)	78	80	81	81	83	79	80
Precipitación acumulada (mm)	9,8	112,4	42,6	151,6	89,7	33,3	25,3

Fuente: ESTACIÓN: AEROPUERTO "T.CRNEL. LUIS A. MANTILLA" TULCÁN.

3.5.6.1 Materia prima

La materia prima, el extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es de origen natural, elaborado por la empresa “PROYSERMESA” CIA.LTDA. Ibarra-Ecuador, las características del producto son las siguientes.

Tabla N° 12. Presentación del producto extracto de stevia

EXTRACTO DE STEVIA 15° BRIX (1000 ml)	Cada 1000 ml contiene : Extracto acuoso 1:3 de Hoja de stevia
--	--

Elaborado: Quiroz, S.2014

3.5.7 Materiales y Métodos

Tabla N° 13. Materiales de campo.

Bomba de fumigar	Estacas
Balanza	Fundas Plásticas
Cinta Métrica	Azadones
Jarras plásticas graduadas	Calibrador
Jeringuillas	Letreros de Madera
Vasos precipitación.	Baldes plásticos
Fibra Plástica	

Elaborado: Quiroz, S.2014

Tabla N° 14. Materiales de Laboratorio

Probeta
Balanza capacidad 500 g
Termómetro
Agua Destilada
Pinzas Universales
Vasos precipitación

Elaborado: Quiroz, S.2014

3.5.8 Tratamientos

Tabla N° 15. Descripción de los Tratamientos

N° Trat.	Fertilización edáfica	Fertilización Foliar
T1	Incorporación edáfica de nitrógeno (N) y Fósforo (P).	Stevia Dosis Baja(2,5 cc/L)
T2	Incorporación edáfica de nitrógeno (N) y Fósforo (P).	Stevia Dosis Media(5,0 cc/L)
T3	Incorporación edáfica de nitrógeno (N) y Fósforo (P).	Stevia Dosis Alta(7,5 cc/L)
T4	Incorporación edáfica de nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K).	Testigo Comercial (Aplicación de fertilizantes foliares comerciales)
T5	Incorporación edáfica de nitrógeno (N) y Fósforo (P).	Testigo Absoluto(sin aplicación de fertilizantes foliares comerciales)

Fuente: Elaborado: Quiroz, S.2014 tomado como referencia la dosis citada por (Álvarez & Casaccia, 2006) donde recomienda “utilizar 100 a 150 cc./ 20 litros de agua en pulverizaciones quincenales en cultivos”.

3.5.9 Esquematización Fuentes Variación

Tabla N° 16. Cuadro del esquema del análisis de la varianza.

Fuentes Variación	Formula	Grados Libertad
Total	$(c \times t) - 1$	24
Tratamientos	$(t-1)$	4
Columnas	$(c - 1)$	4
Filas	$(f.1)$	4
ERROR	$(c - 1)(t-2)$	12

Elaborado: Quiroz, S.2014

3.5.10 Variables a evaluarse

3.5.10.1 Altura de planta (cm)

La altura de planta se evaluó, tomando como muestra 10 plantas de cada unidad experimental, cada 20 días contados a partir de la primera aplicación del extracto de stevia, durante el periodo de crecimiento vegetativo, el procedimiento consiste en medir la altura del brote de mayor tamaño, mediante la utilización de un metro o regla graduada. Los resultados obtenidos se expresaron en (cm).

3.5.10.2 Cobertura Foliar 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.

Para estimar la cobertura del suelo el evaluador se ubica mirando el cultivo situado a dos metros al frente, a través de un círculo formado por los dedos pulgar e índice de la mano y colocados a cerca de 10 cm de los ojos. En un primer momento decidir si la cobertura es mayor o menor del 50 por ciento y después hacer aproximaciones del 10 por ciento. Repetir en distintas áreas mirando en diferentes direcciones y no hacer estas estimaciones cuando el sol esté bajo ya que provoca sombras largas; el momento más adecuado es alrededor de mediodía (Departamento de Agricultura, FAO , 2015).

3.5.10.3 Número tallos principales (Tallos/planta)

El número total de tallos principales se determinó contando el número total de tallos principales, que son los que brotan directamente del tubérculo madre, para esta evaluación se tomaron 5 plantas como muestras por cada unidad experimental, y fueron realizadas en la etapa de emergencia de las plantas de papa. Los resultados obtenidos se expresaron en número de tallos principales por planta. (Tallos principales/planta).

3.5.10.4 Diámetro tallos principales (mm)

La medición del diámetro de tallos principales se realizó, tomando como muestra 10 plantas por unidad experimental, con evaluaciones periódicas en la etapa de crecimiento vegetativo (90 y 135 dds) y senescencia del cultivo (185 dds), el procedimiento consiste en medir con el calibrador pie de rey el diámetro del primer entrenudo del tallo principal. Los resultados obtenidos se expresaron en (mm).

3.5.10.5 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 lancha de la papa (*Phytophthora infestans*), en esta evaluación se tomo en cuenta las etapas fenológicas del cultivo es así que en la etapa de

crecimiento vegetativo, floración y tuberización, se hicieron las respectivas mediciones. Los resultados obtenidos se expresaron en porcentaje (%).

3.5.10.6 Severidad ataque tizón tardío (%)

Para determinar la estimación de tizón tardío (*Phytophthora Infestans*) en el follaje, se utilizó la escala de severidad de Centro Internacional de la Papa, en donde se establece una escala de 0 a 100 %, permitiendo determinar la severidad de ataque de la enfermedad en el cultivo. (Oyarzun et al., 2002) Citado por (Torres et al., 2011). Esta evaluación fue realizada en la etapa de tuberización del cultivo, ya que esta etapa es considerada como crítica para el cultivo de papa. (Fedepapa, 2015)

3.5.10.7 Presencia de plagas (%)

La presencia de plagas se determinó mediante la observación in situ del número de plantas que presentaron el ataque de la mosca minadora, en la etapa de crecimiento vegetativo, tomando como muestra 10 plantas por cada unidad experimental, expresando estos resultados en porcentaje (%).

3.5.10.8 Rendimiento de tubérculos de papa (Tm/ha)

Se pesó los tubérculos cosechados en cada unidad experimental y se expresó los resultados obtenidos en (Tm/ha), para la categorización se clasificó de acuerdo a la NTE INEN 1516 (2012), en primera, segunda y tercera, además se expresó el rendimiento total por hectárea para cada uno de los tratamientos en estudio.

Tabla N° 17. Clasificación de la papa de acuerdo a su tamaño

TIPO-CATEGORIA	DIAMETRO (mm)
Grado No. 1 ó Primera	65 en adelante
Grado No. 2 ó Segunda	45-64
Grado No. 3 ó Tercera	30-44
Grado No. 4 ó Cuarta (No comercialización para consumo humano)	10-29

Fuente: (NTE INEN 1516, 2012)

3.5.10.9 Diámetro polar (mm)

Para la determinación del diámetro polar se tomo la medida de 10 muestras por unidad experimental, 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).

3.5.10.10 Diámetro ecuatorial (mm)

Para determinar el diámetro ecuatorial se tomaron 10 muestras por unidad experimental, y se realizó el siguiente procedimiento “se coloca el calibrador en los polos más alargados de la muestra y se procede a leer la medida obtenida” (Pungacho, 2010)

3.5.10.11 Peso en aire del tubérculo (g)

Para determinación del peso en aire se procedió a colocar cada tubérculo de papa en la balanza de precisión, con una aproximación es de 0,01 g y de capacidad para 500 g.

3.5.10.12 Volumen sumergido del tubérculo (ml)

Para determinar el volumen que ocupa un cuerpo al sumergirlo en agua, basados en el Principio de Arquímedes, entre los materiales que se utilizaron estuvo una probeta graduada en milímetros.

3.5.10.13 Determinación de la densidad (g/ml)

Se define la densidad de una sustancia (ρ) de una sustancia como la relación entre la masa de ésta y su volumen. (Vallejo & Zambrano, 2005)

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde m = masa y V = Volumen

Para determinar la densidad real de la papa se necesita de materiales como; “probeta con capacidad de 1000 ml se llenó con agua hasta 500 ml, en esta se introdujo un tubérculo de peso conocido, el volumen de agua desplazado es igual al volumen real de la papa”. (BuitragoI, LópezII, CoronadoIII, & OsornoIV, 2004)

3.5.10.14 Determinación del contenido de Materia Seca (%)

El valor de la densidad real del tubérculo es un parámetro importante en la Industria, ya que de manera fácil, rápida y barata posibilita el cálculo de la Materia Seca (Alvarado, Rogel, & Medina, 2010).

Para determinar el contenido de Materia Seca, se utilizó el modelo dado por Alvarado, Rogel, & Medina, (2010), en donde se presentan ecuaciones validas para algunas raíces y tubérculos cultivados en Ecuador.

$$S = 227 G_{tub} - 227$$

Donde:

S= Contenido de Materia seca en g/100 g del producto. (%)

G_{tub}= Gravedad Especifica del tubérculo

3.5.11 Manejo del Experimento

3.5.11.1 Análisis del suelo

Antes de la implantación del ensayo se tomo una muestra representativa del suelo, con un total de 10 sub-muestras, las cuales después de ser mezcladas homogéneamente, se procedió a separarlas hasta obtener un volumen de 1 kg el cual posteriormente fue etiquetado, para su respectivo análisis en Laboratorio.

3.5.11.2 Labranza y Surcado

Con las recomendaciones dadas por el análisis de suelo, iniciamos el proceso de labranza y surcado, de forma mecanizada, con este fin se contrato un tractor agrícola, obteniendo así un suelo con las condiciones adecuadas para el establecimiento del ensayo.

3.5.11.3 Establecimiento del ensayo.

El establecimiento del ensayo, se lo realizó el día 2 de febrero del 2014, para este ensayo se utilizó semilla certificada de la variedad Superchola, además de la aleatorización de los tratamientos en Columnas y Filas.

3.5.11.4 Siembra

La siembra se la realizó a una distancia de 50 cm entre plantas y 1 m entre surcos, la semilla utilizada fue de la variedad Superchola certificada, almenada en sacos de 50 kg.

3.5.11.5 Labores culturales

Las principales labores culturales que se realizaron durante el ciclo del cultivo de papa fueron las siguientes: Retape, Deshierba y Aporque.

- **Retape**

Consiste en la incorporación de fertilizante edáfico, en este ensayo se utilizó únicamente el abono químico de fórmula 18-46-0 (N-P₂O₅) para los tratamientos evaluados con el extracto líquido Stevia, con excepción del tratamiento comercial (T4) donde se utilizó el abono químico compuesto 10-30-10 (N-P₂O₅- K₂O) y demás fertilizantes comerciales para cada etapa del cultivo.

- **Deshierba y rascadillo**

La segunda labor que se realizó en el cultivo fue la deshierba, al igual que en el retape, únicamente se utilizó el abono químico 18-46-0 (N-P₂O₅) en todos los tratamientos, a excepción del tratamiento comercial (T4) donde se utilizó el abono químico completo 10-30-10 (N-P₂O₅).

- **Aporque**

El aporque es la última labor cultural que se realizó para cubrir adecuadamente los estolones de las plantas y formar el surco definitivo para la formación de los tubérculos.

3.5.11.6 Controles Fitosanitarios

Entre las enfermedades de mayor importancia, durante el ciclo fenológico del cultivo de papa estuvo, el Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) durante todo el crecimiento vegetativo. Los controles fitosanitarios se hicieron aplicando los fungicidas de contacto y sistémicos, en base al monitoreo realizado semanalmente, para controlar plagas de importancia hubo que aplicar insecticidas específicos, en base al tipo de plaga e incidencia de los mismos. Por ejemplo para controlar la mosca minador (*Liriomyza huidobrensis*) en la etapa de crecimiento vegetativo, se aplicó productos a base de Abamectina.

3.5.11.7 Aplicaciones del extracto de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni).

Las aplicaciones del extracto de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), fueron de manera foliar con intervalos de 20 días entre aplicaciones durante los tres primeros meses, en cambio en los tres meses finales del cultivo se redujo los intervalos de tiempo entre aplicaciones a 15 días, en las dosis anteriormente descritas.

3.5.11.8 Cosecha

La cosecha se realizó de manera convencional a los 195 días después de la siembra, clasificando los tubérculos obtenidos en primera, segunda y tercera categoría respectivamente. "El ciclo del cultivo dura aproximadamente 180 a 210 días, el cual depende de la semilla, la temperatura y de la altitud" (MAGAP, 2013).

3.6 PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

3.6.1 Altura de planta

Tabla N° 18. Análisis de varianza (ADEVA) para la altura de planta (cm) a los 40, 60 y 80 (dds).

	40 dds					60 dds					80 dds			
FV	GL	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor	
Total	24	72.32				442.00				485.38				
Filas	4	35.69	8,92	7,77	0,002 **	127.77	31,94	8,11	0,002 **	289.89	72,47	16,38	0,0001 **	
Columnas	4	11.51	2,88	2,51	0,098 ns	84.29	21,07	5,35	0,010 *	59.40	14,85	3,36	0,046 *	
Tratamientos	4	11.35	2,87	2,50	0,101 ns	182.67	45,67	11,59	0,0004 **	82.98	20,75	4,69	0,016 *	
Error	12	13.77	1,15			47.27	3,94			53.11	4,43			
CV		7,57				4,95				2,97				
$\bar{X}$		14,15				40,09				70,88				

Elaborado: Quiroz, S.2014

En el análisis de varianza realizado para la variable altura de planta a los 40 días después de la siembra (dds) (Tabla N°18), no muestra diferencia estadística para tratamientos, sin embargo a los 60 y 80 (dds), existe diferencia estadística al 5% (*) y 1% (**) para tratamientos, ya que $p\text{-valor} > p\text{-}0,05$ para el Diseño de Cuadrado Latino.

Los promedios experimentales ($\bar{X}$) para la altura de planta a los 40, 60 y 80 (dds) fueron 14,15; 40,09 y 70,88 cm de altura de planta, respectivamente. Los coeficientes de variación (CV) para estas mediciones fueron de 7,57% a los 40 (dds), 4,95% a los 60 (dds), y 2,97% a los 80 (dds).

Tabla N° 19. Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta (cm) a los 40, 60 y 80 días después de la siembra.

Tr	Descripción	40 dds	Rango	Tr	60 dds	Rango	Tr	80 dds	Rango
T5	Testigo Absoluto	14,95	a	T5	42,94	a	T3	73,56	a
T3	Stevia D.A.(7,5 cc/L)	14,61	a	T3	42,66	a	T5	72,6	a
T4	Testigo Comercial	14,44	a	T4	40,32	a	T4	69,44	a
T1	Stevia D.B.(2,5 cc/L)	13,59	a	T2	38,98	ab	T1	69,42	a
T2	Stevia D.M.(5,0 cc/L)	13,14	a	T1	35,56	b	T2	69,38	a

Elaborado: Quiroz, S.2014

La prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los 60 dds presenta dos rangos diferentes para los tratamientos en estudio. En donde el tratamiento T5 (Testigo Absoluto), T3 (stevia dosis alta) y T4 (Testigo Comercial), tiene la mayor altura de planta con un valor experimental de 42,94, 42,66, 40,32 cm, respectivamente, a diferencia del tratamiento T1 (stevia dosis baja) el cual con un valor promedio de 35,56 cm de altura de planta ocupó el último lugar en esta medición, ubicándose en un rango “b”.

El mayor incremento en altura de planta desde los 40 a los 60 días es el presentado por el tratamiento T5 (testigo absoluto), la razón de este incremento en la altura de planta fue debido a que únicamente se le adicionó como fertilizante el abono químico 18-46-0 (N-P₂O₅), sin incorporación de potasio (K₂O), en parte se explica porque altos contenidos de Nitrogeno (N) aplicado, “en algunos casos favorece el crecimiento exagerado del follaje, reduciendo la producción de tubérculos” (Sherwood & Pumisacho, 2002).

En cambio 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.

3.6.2 Tallos Principales por planta (Tallos/planta)

Tabla N° 20. Análisis de varianza (ADEVA) para Tallos principales por planta a los 40 días después de la siembra (dds).

FV	40 dds					90 dds			
	GL	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor
Total	24	7.51				8.16			
Filas	4	1.70	0,4256	2,31	0,117 ns	2.51	0,628	3,12	0,056 ns
Columnas	4	1.27	0,3176	1,72	0,209 ns	1.30	0,324	1,61	0,235 ns
Tratamientos	4	2.33	0,5816	3,16	0,055 ns	1.94	0,484	2,40	0,107 ns
Error	12	2.21	0,1843			2.42	0,201		
CV	10,05					9,05			
$\bar{X}$	4,27					4,96			

Elaborado: Quiroz, S.2014

En el análisis de varianza para el número de tallos principales por planta a los 40 y 90 días después de la siembra (Tabla 20), 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 tallos/planta a los 40 (dds) y 4,96 tallos/planta a los 90 (dds).

Tabla N° 21. Número de Tallos principales por planta a los 40 y 90 (dds).

Tratamientos	40 dds	Rango	90 dds	Rango
T3 Stevia D.A.(7,5 cc/L)	4,64	a	5,08	a
T4 Testigo Comercial	4,52	a	5,44	a
T5 Testigo Absoluto	4,36	a	4,8	a
T2 Stevia D.M.(5,0 cc/L)	4	a	4,84	a
T1 Stevia D.B.(2,5 cc/L)	3,84	a	4,64	a

Elaborado: Quiroz, S.2014

La prueba de Tukey al 5% para tallos principales a los 40 y 90 días después de la siembra (dds), existe uniformidad en cuanto a tallos/planta se refiere.

Al no existir diferencias entre tallos principales, determina la uniformidad que se consigue al sembrar semilla certificada, la cual produjo en este caso un brotación homogénea. Según lo señalado por Falconi(2013). En general se recomienda sembrar semilla certificada, genéticamente uniforme.

3.6.3 Diámetro de tallos principales

Tabla N° 22. Análisis de varianza ADEVA para Diámetro de Tallos principales (mm) a los 90, 135 y 185 (dds).

	90 dds					135 dds					185 dds			
FV	GL	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor	
Total	24	24.21				53.08				21.25				
Filas	4	2.19	0,5471	1,45	0,2784 ns	4.17	1,04	1,33	0,3151 ns	3.22	0,81	2,29	0,120 ns	
Columnas	4	1.91	0,47635	1,26	0,3386 ns	1.93	0,48	0,61	0,6607 ns	2.58	0,65	1,83	0,187 ns	
Tratamientos	4	15.58	3,90	10,30	0,0007 **	37.57	9,39	11,98	0,0004 **	11.22	2,81	7,96	0,002 **	
Error	12	4.54	0,378183			9.41	0,78			4.23	0,35			
CV	4,19					5,46				3,53				
$\bar{X}$	14.69					16.21				16.83				

Elaborado: Quiroz, S.2014

El análisis de varianza para el diámetro de tallos (Tabla 22), presentó diferencia estadística al 1%, entre tratamientos a los 90, 135 y 185 días después de la siembra, ya que $p\text{-valor} > p\text{-}0,05$ para el Diseño de Cuadrado Latino, 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.

Tabla N° 23. Prueba de Tukey al 5% para Diámetro de Tallos principales (mm) a los 90, 135, 185 (dds).

Tr	Tratamientos	90 dds	Rango	Tr	135 dds	Rango	Tr	185 dds	Rango
T3	Stevia D.A.(7,5 cc/L)	16,08	a	T3	18,44	a	T3	17,92	a
T4	Testigo Comercial	14,95	ab	T4	16,44	b	T4	17,24	ab
T5	Testigo Absoluto	14,43	b	T5	15,24	b	T1	16,64	b
T2	Stevia D.M.(5,0 cc/L)	14,22	b	T2	15,92	b	T5	16,24	b
T1	Stevia D.B.(2,5 cc/L)	13,78	b	T1	15	b	T2	16,12	b

Elaborado: Quiroz, S.2014.

La Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro de tallos principales a los 90, 135 y 185 días después de la siembra (dds) (Tabla 23), se observa que el tratamiento T3 (stevia dosis alta), se ubica en un rango “a” en las tres mediciones realizadas, seguido por el tratamiento T4 (testigo comercial) el cual se ubica en rango “ab”, los demás tratamientos se ubican en rango “b”.

De acuerdo a lo señalado anteriormente solo el tratamiento T4 (testigo comercial), tuvo la incorporación de todos los elementos principales como son: nitrógeno, fosforo y potasio. Esta deficiencia de potasio seria la causa del diámetro de tallos más delgados en el resto de tratamientos, a excepción de los tratamientos T3 (stevia dosis alta) y T4 (testigo comercial). 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, esto significa que a dosis de (7,5 cc/L) del extracto de stevia, se satisfacen los requerimientos nutricionales de la planta de papa en cuanto a potasio (K_2O) se refiere y concretamente se verifica su efecto en la variable diámetro de tallos principales.

Referente al mayor diámetro alcanzado por el T3 (stevia dosis alta), se evidencia la influencia del extracto de stevia, ya que las plantas mantuvieron su crecimiento primario y secundario, sin interrupciones, lo cual habría implicado un menor desarrollo de diámetro de tallos principales. “Las plantas crecen por procesos de crecimiento y división celular y por incorporación de materia y energía por parte del ambiente (fotosíntesis, absorción de agua, de iones), y metabolización subsiguiente, que se traduce en multiplicación y diferenciación celular” (Herrera, Fierro, & Moreno, 2000).

.

3.6.4 Cobertura del suelo (%)

Tabla N° 24. Análisis de varianza (ADEVA), para la cobertura del suelo (%) a los 40, 60 y 80 (dds).

FV	40 dds					60 dds				80 dds			
	GL	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor
Total	24	111.38				502.00				2196.16			
Filas	4	62.25	15,56	5,65	0,009 **	241.20	60,3	6,88	0,004 **	146.96	36,74	1,20	0,3593 ns
Columnas	4	3.75	0,9376	0,34	0,85 ns	84.80	21,2	2,42	0,106 ns	174.56	43,64	1,43	0,2836 ns
Tratamientos	4	12.31	3,08	1,12	0,394 ns	70.80	17,7	2,02	0,156 ns	1508.16	377,04	12,35	0,0003 **
Error	12	33.07	2,76			105.20	8,77			366.48	30,54		
CV		10,41				6,52				6,54			
$\bar{X}$		15,95				45,40				84,56			

Elaborado: Quiroz, S.2014

El análisis de varianza para la cobertura del suelo (Tabla 24), 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 la cobertura del suelo a los 80 días después de la siembra, se presentó diferencia estadística significativa al 1 % para los tratamientos, ya que $p\text{-valor} > p\text{-}0,05$ para el Diseño de Cuadrado Latino. El coeficiente de variación en esta medición es de 6,54% con un promedio del experimento de 84,56 % de cobertura del suelo.

Tabla N° 25. Prueba de Tukey al 5% Cobertura del suelo (%) a los 40, 60 y 80 días después de la siembra (dds).

Tratamientos	40 dds	Rango	60 dds	Rango	80 dds	Rango
T4 Testigo Comercial	15,3	a	44	a	93,2	a
T3 Stevia D.A.(7,5 cc/L)	17	a	48,2	a	92,4	a
T5 Testigo Absoluto	16,1	a	45,4	a	86	ab
T1 Stevia D.B.(2,5 cc/L)	15,06	a	43,4	a	76,8	bc
T2 Stevia D.M.(5,0 cc/L)	16,3	a	46	a	74,4	c

Elaborado: Quiroz, S.2014

La prueba de Tukey al 5% para la cobertura del suelo (Tabla N° 25), no muestra diferencias estadísticas para tratamientos a los 40 días y 60 días después de la siembra. La razón que no existan diferencias de los 40 a los 60 dds, es porque la planta tiene en la semilla su principal reserva de nutrientes. “Sin embargo una vez agotadas las reservas, la planta debe contar con nutrientes disponibles en la solución del suelo para poder continuar con su rápido crecimiento” (Rojo, 2014).

En el caso del Nitrógeno (N) un elemento de alta movilidad, su mayor extracción se produce en las primeras etapas del cultivo (Sherwood & Pumisacho, 2002). Sin embargo esta alta disponibilidad de Nitrógeno (N) puede ser perjudicial ya que “en algunos casos favorece el crecimiento exagerado del follaje, reduciendo la producción de tubérculos” (Sherwood & Pumisacho, 2002).

Además aumenta la cobertura del suelo en el cultivo de papa, principalmente a través de una tasa más alta de aparición de hojas (ramificación) y de expansión del área foliar (Vos, 1994; Biemond, 1996) Citado por (Dogliotti, et, al.,2011).

En cambio en los 80 dds la planta empieza una nueva etapa de extracción de nutrientes. “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).

Después de los 80 dds, se verificó un posible efecto de la aplicación del extracto de stevia T3 (stevia dosis alta), ya que junto al tratamiento T4 (testigo comercial) ocupa un rango “a” con un valor promedio de 93,2 % y 92,4%, de área cubierta del suelo respectivamente, mientras que el tratamiento T2 (stevia dosis media) se ubica en un rango “c” con un valor promedio de 74,4 % de cobertura del suelo.

3.6.5 Incidencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) (%)

Tabla N° 26. Análisis de varianza (ADEVA), para porcentaje de plantas libres de (*Phytophthora infestans*) a los 40, 90 y 130 (dds).

	40 dds					90 dds				130 dds			
FV	GL	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor
Total	24	1656.00				1774.00				2550.00			
Hileras	4	136.00	34	0,50	0,733 ns	304.00	76	0,94	0,47 ns	530.00	132,50	5,13	0,0121 *
Columnas	4	16.00	4	0,06	0,993 ns	294.00	73,5	0,91	0,49 ns	80.00	20	0,77	0,5626
Tratamientos	4	696.00	174	2,58	0,091 ns	204.00	51	0,63	0,65 ns	1630.00	407,50	15,8	0,0001 **
Error	12	808.00	67,33			972.00	81			310.00	25,83		
CV		9,96				11,22				6,52			
$\bar{X}$		82,40				80,20				78,00			

Elaborado: Quiroz, S.2014

El análisis de varianza (Tabla 26) para porcentaje de plantas sanas (pps) de (*Phytophthora infestans*), no muestra que existe diferencia estadísticamente significativa 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, ya que p-valor > p-0,05 para el Diseño de Cuadrado Latino.. El coeficiente de variación en esta medición es de 6,52 % con un promedio del experimento de 78,00 % de plantas sin presencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

Tabla N° 27. Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de plantas sanas (pps) (*Phytophthora infestans*) a los 40, 90 y 130 días después de la siembra (dds).

Tr	Tratamientos	40 dds	Rango	Tr	90 dds	Rango	Tr	130 dds	Rango
T4	Testigo Comercial	88	a	T3	84	a	T3	89	a
T2	Stevia D.M.(5,0 cc/L)	88	a	T4	82	a	T4	82	ab
T3	Stevia D.A.(7,5 cc/L)	82	a	T5	81	a	T5	81	ab
T5	Testigo Absoluto	80	a	T2	78	a	T2	72	bc
T1	Stevia D.B.(2,5 cc/L)	74	a	T1	76	a	T1	66	c

Elaborado: Quiroz, S.2014

La prueba de Tukey al 5% para porcentaje de plantas sanas (pps) sin tizón tardío (*Phytophthora infestans*), ubico en los primeros lugares a los tratamientos T3 (stevia dosis alta) y T4 (testigo comercial), cabe señalar que el T4 (testigo comercial) mantuvo una fertilización completa con nitrógeno (N), fosforo (P₂O₅) y potasio (K₂O), el resto de tratamientos incluido el T3 (stevia dosis alta), fueron únicamente fertilizados con nitrógeno (N) y fosforo (P₂O₅).

El tratamiento T4 (testigo comercial) a los 40 a los 90 días después de la siembra, presenta los porcentajes más altos de plantas sanas, en relación a los demás tratamientos estudiados, los cuales se ubicaron en rangos inferiores.

La explicación de este hecho, es la influencia ejercida por los elementos principales aplicados en el cultivo (N), (P₂O₅) y (K₂O). En relación a lo señalado se afirma “dosis altas de fósforo y potasio reducen el tizón tardío mientras que las dosis altas de nitrógeno incrementan la incidencia de la enfermedad” (Pérez & Forbes, 2008).

Sin embargo el tratamiento T3 (stevia dosis alta) presento una buena repuesta, al presentar el mayor porcentaje de plantas sanas a los 130 (dds), tiempo en donde se muestran diferencias estadísticas. Lo que significa que a dosis de 7,5 cc/L del extracto de Stevia, hay efecto en el porcentaje de plantas sanas de tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

Esta afirmación se explica basándose en la Teoría de la Trofobiosis: “Un vegetal saludable, bien alimentado, difícilmente será atacado por plagas y enfermedades, dichas plagas y enfermedades, mueren de hambre en una planta sana” (Chaboussou, 2015).

3.6.6 Severidad ataque de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*)

Tabla N° 28. Análisis de varianza (ADEVA) para Severidad de ataque (*Phytophthora infestans*) a los 90 días después de la siembra (dds).

FV	GL	SC	CM	FC
Total	24	126,96		
Tratamientos	4	72,55	18,14	7,94 **
Columnas	4	17,27	4,32	1,89ns
Hileras	4	9,73	2,43	1,07ns
Error	12	27,41	2,28	
CV		1,61 %		
$\bar{X}$		93,71 % área foliar sana		

** = significativo al 1%; * = significativo al 5%; ns = no significativo

Elaborado: Quiroz, S.2014

El análisis de varianza para la Severidad de ataque de (*Phytophthora infestans*) a los 90 días después de la siembra (Tabla N° 28) muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos, ya que p-valor > p-0,05 para el Diseño de Cuadrado Latino.. El coeficiente de variación en esta medición es de 1,61% con un promedio del experimento de 93,71 % de área foliar sana.

Tabla N° 29. Prueba de Tukey al 5% para Severidad de ataque (*Phytophthora infestans*) a los 90 días después de la siembra (dds).

Tratamientos	Descripción	Media (%)	Rango
T3	Stevia Dosis Alta(7,5 cc/L)	95,76%	A
T4	Testigo Comercial	94,50%	A
T2	Stevia Dosis Media(5,0 cc/L)	94,06%	A
T5	Testigo Absoluto	93,60%	AB
T1	Stevia Dosis Baja(2,5 cc/L)	90,62%	B

Elaborado: Quiroz, S.2014

La prueba de Tukey al 5% para la severidad de ataque de (*Phytophthora infestans*) a los 90 días después de la siembra (Tabla 29), presenta tres tratamientos, ubicados en un rango “A” en primer lugar el tratamiento T3 (stevia dosis alta), el tratamiento T4 (testigo comercial) y el tratamiento T2 (stevia dosis media) con un promedio de 95,76%, 94,50% y 94,06% de área foliar sana, respectivamente, en un rango “AB” esta el tratamiento T5 (testigo absoluto) con una media de 93,60% de área foliar sana, en un rango “B” esta el tratamiento T1 (stevia dosis baja) con un promedio de 90,62% de área foliar sana.

3.6.7 Incidencia de Mosca Minadora (*Liriomyza huidrobrensis*)

Tabla N° 30. ADEVA para Incidencia de (*Liriomyza huidrobrensis*) a los 90 días después de la siembra (dds).

FV	GL	SC	CM	FC
Total	24	20,9		
Hileras	4	3,34	0,83	1,24ns
Columnas	4	0,71	0,18	0,26ns
Tratamientos	4	8,81	2,20	3,27 *
Error	12	8,07	0,67	
CV		11,77 %		
$\bar{X}$		48,40 % plantas afectadas		

Elaborado: Quiroz, S.2014

El análisis de varianza (Tabla 30) para la Incidencia de (*Liriomyza huidrobrensis*) a los 90 días después de la siembra muestra diferencia significativa al 5% entre tratamientos, ya que p-valor > p-0,05 para el Diseño de Cuadrado Latino. El coeficiente de variación en esta medición es de 11,77% con un promedio del experimento de 48,40 % de plantas afectadas por este insecto.

Tabla N° 31. Prueba de tukeyal 5% para Incidencia de (*Liriomyza huidrobrensis*) a los 90 días después de la siembra (dds).

Tratamientos	Descripción	Media (%)	Rango
T1	Stevia Dosis Baja(2,5 cc/L)	62	A
T5	Testigo Absoluto	54	AB
T4	Testigo Comercial	44	AB
T3	Stevia Dosis Alta(7,5 cc/L)	44	AB
T2	Stevia Dosis Media(5,0 cc/L)	38	B

Elaborado: Quiroz, S.2014

La prueba de Tukey al 5% para la Incidencia de (*Liriomyza huidrobrensis*) a los 90 días después de la siembra (Tabla 31), muestra la menor incidencia para los tratamientos T2 (stevia dosis baja) y T3 (stevia dosis alta), esto es un indicativo de la probable influencia ejercida por la stevia en el cultivo. 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”.

La resistencia a plagas y enfermedades se ve influenciada por otros factores de acuerdo a lo señalado por Vanccari Juan (2003). “La resistencia o sensibilidad de la planta al ataque de insectos y microorganismos está relacionada al uso o no uso de agrotóxicos y abonos de alta solubilidad (químicos), a su nutrición (abonamiento equilibrado o desequilibrado)”.

3.6.8 Rendimiento de cultivo de papa (Tm/ha).

Tabla N° 32. Análisis de varianza (ADEVA) para el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) (Tm/ha).

Rendimiento primera						Rendimiento segunda				Rendimiento Total			
FV	GL	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor
Total	24	14.40				8.06				14.68			
Filas	4	3.69	0,922	1,39	0,297	0.37	0,080	0,30	0,869	2.66	0,67	0,97	0,463 ns
Columnas	4	0.96	0,239	0,36	0,831	3.54	0,760	2,81	0,074	2.32	0,58	0,84	0,526 ns
Tratamientos	4	1.78	0,445	0,67	0,625	0.36	0,080	0,30	0,882	1.39	0,35	0,51	0,735 ns
Error	12	7.98	0,665			3.79	0,270			8.30	0,69		
CV			12,95				14,69				11,61		
$\bar{X}$			32,62				11,12				43,73		

Elaborado: Quiroz, S.2014

En el análisis de varianza (ADEVA) para rendimiento de papa categoría de primera, segunda, y rendimiento total (Tabla 33), todos los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos estudiados se encuentran en un mismo rango, lo que implica que no existan diferencias significativas entre ellos.

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%.

De acuerdo a la clasificación realizada por Falconi (2013) el promedio de rendimiento obtenido es “Excelente”

Tabla N° 33. Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Cosecha TN/Ha	SIGNIFICADO
40.1 - > 50	Excelente
30.1 – 40	Muy bueno
20 – 30	Bueno
< 20	Regular

Falconi, 2013.

Tabla N° 34. Promedio rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) (Tm/ha)

Tr	Tratamientos (Tr)	R. Segunda.	Tr	R. Primera.	Tr	R. Total.
T3	Stevia D.A.(7,5 cc/L)	11,97	T3	36,22	T3	48,19
T5	Testigo Absoluto	11,83	T2	34,11	T2	44,41
T1	Stevia D.B.(2,5 cc/L)	11,32	T4	33	T4	43,62
T2	Stevia D.M.(5,0 cc/L)	10,30	T5	29,97	T5	41,8
T4	Testigo Comercial	10,16	T1	29	T1	40,64

Elaborado: Quiroz, S.2014

La prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de papa categoría de primera, segunda y total (Tm/ha), muestra resultados similares en la comparación entre tratamientos. (Tabla 34), sin embargo los rendimiento totales conseguidos con los tratamientos T3 (stevia dosis alta) y T2 (stevia dosis media), sobrepasan el rendimiento conseguido con el tratamiento T4 (testigo comercial), a pesar de que los tratamientos T3 (stevia dosis alta), T2 (stevia dosis media), T1 (stevia dosis baja) y T5 (testigo absoluto), no tuvieron la incorporación de potasio (K₂O), siendo este un elemento de gran importancia en lo que a rendimiento se refiere. “Es particularmente importante para obtener grandes producciones, reviste un papel importante en la síntesis de los azúcares y de almidón” (Rojo, 2014).

El potasio (K_2O) es importante en el proceso de llenado del tubérculo, en la relación fuente-sumidero. “Ayuda, por su gran movilidad, en el traslado de la glucosa a los tubérculos” (Rojo, 2014). La glucosa tiene un papel fundamental en proceso de llenado del tubérculo ya que es “garante de la síntesis posterior de almidones y de la adecuada acumulación en los tubérculos” (Cabezas, 2012).

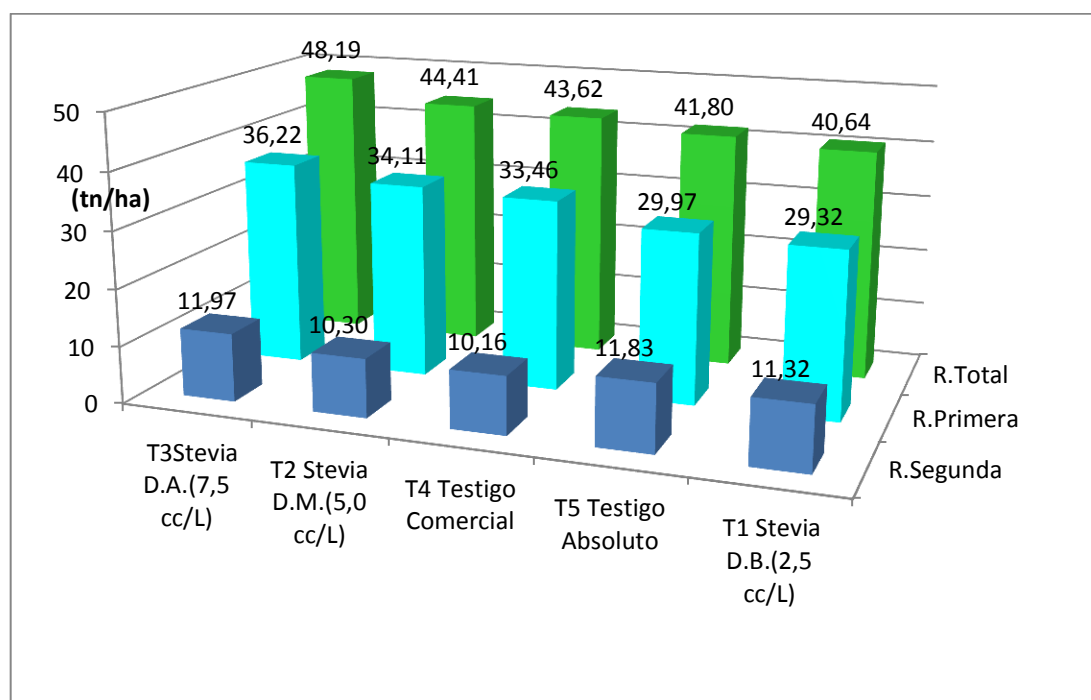
La supresión de un elemento importante como es el potasio (K_2O) en la nutrición del cultivo, fue un factor limitante, sin embargo los tratamientos tratados con extracto de stevia en las dosis de 5,0 cc/L y 7,5 cc/L, tuvieron una buena respuesta ya que los rendimientos conseguidos fueron significativos en comparación con los obtenidos, con los tratamietos T4 (testigo comercial) y T5 (testigo absoluto).

Falconi (2013), categoriza rendimientos de 40 - >50 tn/ha como exelentes, dejando en evidencia que existio un efecto de la aplicación de stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en dosis de 5,0 cc/L y 7,5 cc/L en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

Silez, Hernán, & Camentelli (2009) concluyen que el extracto de stevia tiene su efecto en las características agronómicas, especialmente en el rendimiento.

Landázuri & Tigrero (2009), afirman un efecto indirecto de la aplicación del extracto del stevia en los cultivos. “Mejora el estado sanitario del cultivo y por tanto aumenta su rendimiento”.

Gráfico 6. Rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) (Tm/ha).



Elaborado: Quiroz, S.2014

3.6.9 Diámetro ecuatorial y polar del tubérculo de papa

Tabla N° 35. Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro ecuatorial y polar de los tratamientos estudiados (mm).

ADEVA FV	Diámetro Ecuatorial					Diámetro Polar				
	GL	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor	
Total	24	316.33				1174.48				
Filas	4	90.65	22,66	3,41	0,04	242.69	60,67	1,65	0,226	
Columnas	4	85.21	21,30	3,21	0,05	150.92	37,73	1,03	0,433	
Tratamientos	4	60.74	15,19	2,29	0,12	339.16	84,79	2,3	0,118	
Error	12	79.73	6,64			441.70	36,81			
CV		3,76					7,24			
$\bar{X}$		68,47					83,84			

Elaborado: Quiroz, S.2014

En el análisis de varianza (ADEVA) para diámetro ecuatorial y polar de los tratamientos estudiados (Tabla 35), 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.

Tabla N° 36. Media para el diámetro ecuatorial y polar de los tratamientos estudiados (mm).

Tr	Descripción	D. Ecuatorial. (mm)	Rango	D. Polar.(mm)	Rango
T3	Stevia D.A.(7,5 cc/L)	70,78	a	89	a
T2	Stevia D.M.(5,0 cc/L)	68,32	a	87	a
T5	Testigo Absoluto	68,46	a	82	a
T4	Testigo Comercial	68,9	a	81	a
T1	Stevia D.B.(2,5 cc/L)	65,9	a	79	a

Elaborado: Quiroz, S.2014

Tr = Tratamiento

D.E.= Diámetro Ecuatorial

D.P.= Diámetro Polar

La prueba de Tukey al 5% para el diámetro ecuatorial y polar de los tratamientos estudiados (Tabla 36), muestra que las dimensiones de los tubérculos evaluados es superior a los rangos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1516 (2012), sin embargo de acuerdo a la clasificación dada en esta Norma, se establece como un diámetro mayor a 65 mm como Primera o Grado N° 1 por lo que existe al igual que en el rendimiento, efecto de la aplicación de Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.).

3.6.10 Peso y volumen del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Tabla N° 37. Análisis de varianza (ADEVA) para el peso (g) y volumen (ml) de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

FV	Peso de los Tubérculos					Volumen Desalojado			
	GL	SC	CM	FC	p-valor	SC	CM	FC	p-valor
Total	24	23144,37				16227,35			
Filas	4	3823,13	955,78	2,28	0,121 ns	1762,42	440,61	1,06	0,417 ns
Columnas	4	4355,98	1.088,99	2,60	0,089 ns	3481,24	870,31	2,1	0,144 ns
Tratamientos	4	9939,09	2.484,77	5,93	0,007 **	6008,50	1.502	3,62	0,037 **
Error	12	5026,17	418,85			4975,19	414,60		
CV		10,47					11,5		
$\bar{X}$		195,50					177,13		

Elaborado: Quiroz, S.2014

En el análisis de varianza (ADEVA) para el peso del tubérculo y volumen que los tubérculos de papa ocupan (Tabla 37), se observa que existe diferencia significativa al 1% y 5% para los tratamientos en estudio, ya que p-valor > p-0,05 para el Diseño de Cuadrado Latino.. 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.

Tabla N° 38. Prueba de Tukey al 5% para el peso y volumen desalojado por los tubérculos de papa (g) y (ml).

Tr	Descripción	Peso (g)	Rango	Tr	V. Desalojado (ml)	Rango
T3	Stevia D.A.(7,5 cc/L)	231,32	a	T3	204,2	a
T4	Testigo Comercial	199,5	ab	T4	183,72	ab
T2	Stevia D.M.(5,0 cc/L)	191,06	ab	T1	171,4	ab
T5	Testigo Absoluto	182,45	b	T5	164,24	ab
T1	Stevia D.B.(2,5 cc/L)	173,16	b	T2	162,08	b

Elaborado: Quiroz, S.2014

Tr = Tratamiento

Peso = peso en gramos (g)

V. Desalojado = Vf-V_o

D.P.= Diámetro Polar

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 38), aplicada para el peso del tubérculo de los tratamientos estudiados, ubica en un rango “a” el tratamiento T3 (stevia dosis alta) en las dos variables evaluadas como son peso del tubérculo y volumen de agua desalojado por el tubérculo, con un promedio de 231,32 g y 204,2 ml de agua desalojado por el tubérculo.

3.6.11 Densidad real del tubérculo de papa

Tabla N° 39. Análisis de varianza (ADEVA) para la densidad real (g/ml)

Densidad Real del Tubérculo					
FV	GL	SC	CM	FC	p-valor
Total	24	0.06			
Filas	4	0.01	0,0030	1,98	0,162
Columnas	4	0.02	0,0038	2,46	0,102
Tratamientos	4	0.01	0,0030	1,95	0,166
Error	12	0.02	0,0015		
CV	3,54				
$\bar{X}$	1,10				

Elaborado: Quiroz, S.2014

En el análisis de varianza para la densidad real del tubérculo (Tabla 39), se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos. El promedio general para la densidad real del tubérculo es de 1,10 g/ml, con un coeficiente de variación de 3,54%, que para un análisis en laboratorio es aceptable.

Tabla N° 40. Densidad real (g/ml) y Contenido de Materia Seca (%)

Tr	Descripción	D.(g/ml)	MS (%)
T3	Stevia D.A.(7,5 cc/L)	1,13	29,51
T2	Stevia D.M.(5,0 cc/L)	1,11	24,97
T5	Testigo Absoluto	1,11	24,97
T4	Testigo Comercial	1,09	20,43
T1	Stevia D.B.(2,5 cc/L)	1,07	15,89

Elaborado: Quiroz, S.2014

La prueba de Tukey para la densidad real del tubérculo (Tabla 41), que se obtiene después de relacionar la variable peso y volumen ocupado por el tubérculo al sumergirse en agua, el tratamiento T3 (stevia dosis alta), es el mejor categorizado con un promedio de 1,13 g/ml.

El proceso fotosintético influye en la variable densidad real o peso específico del tubérculo, según lo señalado por Bergonzi (2014). “Cuando mayor sea la habilidad de la planta de fotosintetizar efectivamente, mayor será el potencial de peso específico”.

La densidad real del tubérculo proporciona información importante para evaluar un efecto de la aplicación de la stevia en el cultivo de papa, y concretamente en la fase de tuberización, que es cuando se produce la mayor descarga de los fotoasimilados desde la fuente al sitio de descarga sumidero.

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 categorizando como “Excelente” y “Muy bueno”, de acuerdo a la (Tabla N° 41), estos resultados significan que a dosis de 5,0 y 7,5 cc/L del extracto de stevia existe efecto de su aplicación en el cultivo de papa, en la densidad del tubérculo y por ende en el contenido de materia seca (MS).

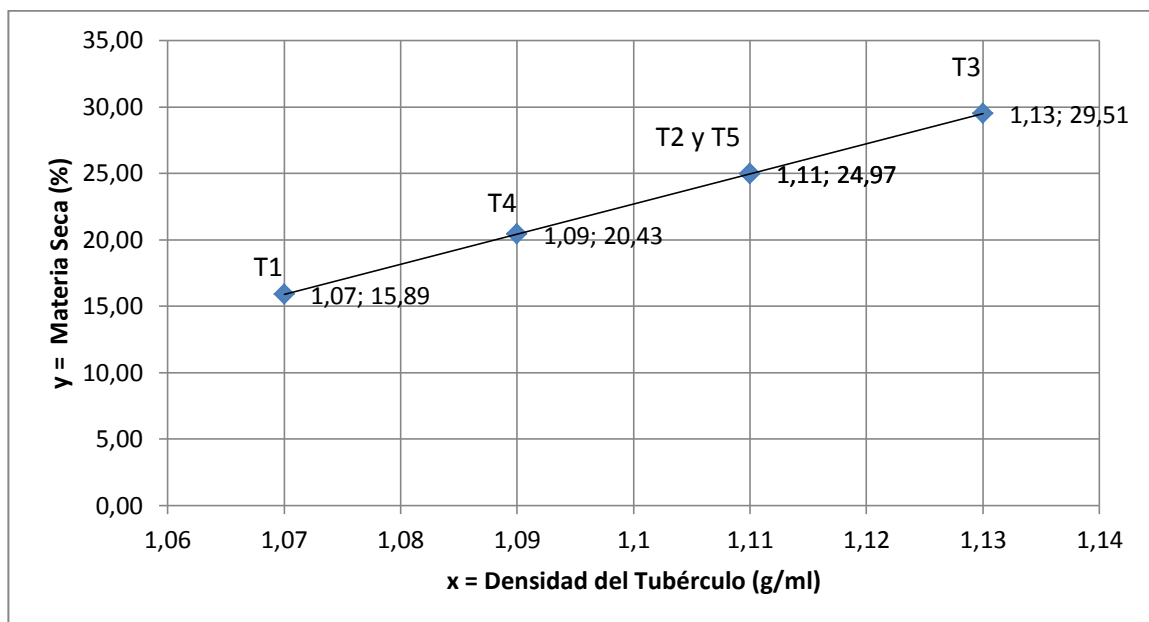
Tabla N° 41. Materia seca en relación con la producción

Materia Seca	SIGNIFICADO
>25	Excelente
22.1 – 25	Muy bueno
20.0 – 22	Bueno
< 20	Regular

(Falconi, 2013)

En esta evaluación se verificó que el tratamiento T5 (testigo absoluto), presenta un valor de densidad o peso específico del tubérculo (g/ml) mejor que el T4 (testigo comercial), cuya interpretación en contenido de materia seca (MS) es “Muy Bueno” y “Bueno” respectivamente. La explicación a este resultado concuerda con la información proporcionada por Bergonzi (2014), “la aplicación de altos niveles de fertilizante potasio, puede bajar el peso específico del tubérculo”.

Gráfico 7. Relación Densidad del tubérculo (g/ml) y contenido de materia seca (%).



Elaborado: Quiroz, S.2014

3.6.12 Relación Costo/Beneficio

Tabla N° 42. Relación Costo/Beneficio de los Tratamientos estudiados

Tratamientos	Costo total Tratamiento/ha	Producción tn/ha	Producción qq/ha	Venta (\$)	Utilidad (\$)	Beneficio/Costo
T3 Stevia Dosis Alta (7,5 cc/L)	4180,6896	36,22	798,50	14373,02	10192,33	2,44
T2 Stevia Dosis Media (5,0 cc/L)	3980,6896	34,11	751,98	13535,71	9555,02	2,40
T4 Testigo Comercial	4679,0646	33,46	737,65	13277,78	8598,71	1,84
T5 Testigo Absoluto	3880,6896	29,97	660,71	11892,86	8012,17	2,06
T1 Stevia Dosis Baja (2,5 cc/L)	4080,6896	29,32	646,38	11634,92	7554,23	1,85

Elaborado: Quiroz, S.2014

En la (Tabla 42) 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 mas 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.

3.7 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Luego de realizar el análisis estadístico de la variable rendimiento del cultivo de papa, se acepta la Hipótesis Nula y se rechaza la Hipótesis Alternativa, sin embargo en este estudio sobre la aplicación de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en la etapa de tuberización del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), se produjeron efectos estadísticos significativos en otras variables como altura de planta, diámetro de tallos principales, área cubierta del suelo, incidencia y severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), incidencia de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*), peso del tubérculo de papa.

Además hay que señalar que los tratamientos en estudio a excepción del tratamiento T4 (testigo comercial), como se detalla en la descripción de los tratamientos no tuvieron incorporación de potasio foliar o edáfico (K_2O).

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 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 tratados presentaron resultados favorables en variables como incidencia y severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), e incidencia de mosca minadora (*Liriomyza huidrobrensis*).
- 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_2O), 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.

4.2 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 Bertonii*).
- 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 huidobrensis*), 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.
- Se recomienda utilizar el extracto de stevia, en todas las aplicaciones fitosanitarias del cultivo, ya que posee alto contenido energético, que ayudaría a optimizar los procesos fotosintéticos de las plantas, disminuyendo así las cantidades y frecuencias de aplicación con fertilizantes químico-sintéticos.

CAPITULO V BIBLIOGRAFÍA

Diccionario Agrícola . (23 de 02 de 2015). *Infoagro*. Obtenido de Infoagro:
http://www.infoagro.com/diccionario_agricola/traducir.asp?i=1&id=503

La Producción Orgánica de la Papa. (15 de 12 de 2014). Obtenido de La Producción Orgánica de la Papa:
<http://www.culturaorganica.com/html/articulo.php?ID=39>

Alvarado, J., Rogel, D., & Medina, J. (2010). *Desarrollo y Validación de Modelos Matemáticos que Relacionan a la Gravedad Específica con el Contenido de Materia Seca y de Almidón en Tubérculos Cultivados en Ecuador*. Ambato: Centro Investigaciones CENI.

Álvarez, E., & Casaccia, J. (2006). *RECOMENDACIONES TECNICAS PARA UNA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DEL KA'A HE'E (Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni) EN EL PARAGUAY*. Instituto Agronómico Nacional , Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección de Investigación Agrícola , Caacupe- Paraguay.

Andrade, H. (10 de 11 de 2014). *Variedades de papa cultivadas en el Ecuador*. Obtenido de INIAP Papa Programa Nacional de papa:
http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=23:papa&catid=6:programas

Bello, H., & Guevara, M. (2014). *DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE EDULCORANTE NATURAL A PARTIR DE STEVIA*. México: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA.

Benavides, I., & Pozo, M. (2008). *ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA DESTILADA (Vodka) A PARTIR DE TRES VARIEDADES DE PAPA (Solanum tuberosum) UTILIZANDO DOS TIPOS DE ENZIMAS*. Ibarra: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

- Bergonzi, R. (9 de Septiembre de 2014). *Importancia del peso específico de la papa en la industria procesadora*. Obtenido de Argen papa: argenpapa@argenpapa.com.ar
- BuitragoI, G. V., LópezII, A. P., CoronadoIII, A. P., & OsornoIV, F. L. (2004). Determinacion de las características físicas y propiedades mecánicas de papa cultivada en Colombia. *Revista Brasileña de Ingeniería Agrícola e Ambiental*, 1.
- Cabezas, M. (2012). *Fisiología de la maduración del tubérculo de la papa*. Bogotá: Yara Colombia.
- Chaboussou, F. (23 de 02 de 2015). *La Teoría de la Trofobiosis Nuevos caminos para una agricultura sana*. Recuperado el 23 de 09 de 12, de La Teoría de la Trofobiosis Nuevos caminos para una agricultura sana.: http://www.cepes.org.pe/pdf/la_teoría_de_la%20trofobiosis.pdf
- Delgado Encinas, D. C. (2007). *ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA STEVIA*. LIMA - PERÚ: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Departamento de Agricultura, FAO . (11 de 02 de 2015). *Evaluación y medición del cultivo.html*. Obtenido de Evaluación y medición del cultivo.html: <http://www.fao.org/documents/en/>
- Devaux, A., Ordinola, H., Hibon, A., & Flores, R. (2010). *El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)*. Lima-Perú: Centro Internacional de la Papa.
- Dogliotti, S., Colnago, P., Galván, G., & Aldabe, L. (2011). *Bases Fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos*. Montevideo.
- EcuRed. (11 de Noviembre de 2014). *Agricultura sustentable*. Obtenido de Agricultura sustentable: http://www.ecured.cu/index.php/Agricultura_sustentable

El Telégrafo, Redacción Economía. (04 de Febrero de 2012). Mal uso de agroquímicos afecta a la salud y el medio ambiente. *EL TELÉGRAFO*, pág. 13.

Espinoza Villacrés, I. N. (2014). *“EL USO DE PLAGUICIDAS QUIMICAS EN EL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum), SU RELACION CON EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD*. AMBATO: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Falconi, C. J. (12 de Noviembre de 2013). *MANUAL DE CULTIVO PASO A PASO PAPA (Solanum tuberosum L)*. Quito: edifarm. Obtenido de MANUAL DE CULTIVO PASO A PASO PAPA (Solanum tuberosum): http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/manual_cultivos/PAPA.pdf

FAO; TAPIA, M. (11 de Noviembre de 2014). *Agronomía de los cultivos andinos*. Obtenido de Agronomía de los cultivos andinos: <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s04.pdf>

Fedepapa. (13 de 02 de 2015). *Morfología de la planta de papa*. Obtenido de http://www.fedepapa.com/?page_id=1896: http://www.fedepapa.com/?page_id=1896

Gallegos, P., Montenegro, F., Falconí, C., & Velasteguí, R. (2011). *EL CULTIVO DE PAPA*. Quito: Edifarm.

García, & Fernandes. (23 de 02 de 2015). *CONCEPTOS BASICOS EN MALHERBOLOGIA*. Obtenido de CONCEPTOS BASICOS EN MALHERBOLOGIA: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/h60-7190_cap2.pdf

Glosario de Biología. (23 de 02 de 2015). *Morfología de Plantas Vasculares*. Obtenido de Morfología de Plantas Vasculares: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema1/glosario1.htm>

- Guerra Vaca, J. F. (2010). *Evaluación de la Eficacia, de Ferthigue y Fertiflor como fuente de Nitrógeno con diferentes dosis de aplicación en el Cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) bajo manejo orgánico*. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Guerrón, S., & Duarte, L. (2011). *Efecto del manejo fisionutricional en la fijación de sólidos en papa (Solanum Tuberosum) para industria en las variedades Capiro y Superchola en la Provincia del Carchi*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Herrera, C., Fierro, L., & Moreno, J. (2000). *Manejo integrado del cultivo de papa Manual Técnico*. Bogota, Dc. : PRODUMEDIOS .
- Landázuri, P., & Tigrero, J. (2009). *Stevia rebaudiana BERTONI, UNA PLANTA MEDICINAL*. ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO, (IASA I). Sangolquí: EDIESPE.
- Lopez, O., Ramírez, S., Ramírez, M., Moreno, G., & Alvarado, A. (2006). *AGROECOLOGÍA Y AGRICULTURA ORGANICA EN EL TROPICO*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; Universidad Autónoma de Chiapas.
- Macchiavelli, R. E. (2014). *BIOMETRÍA AVANZADA*. Puerto Rico: AGRO 6600.
- MAGAP. (2013). *Boletín Situacional 2013 papa*. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; SINAGAP.
- Martínez, F. (2009). *CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA E INVENTARIO DE CONOCIMIENTOS COLECTIVOS DE VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS (Solanum tuberosum) PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. Riobamba - Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Mejía, G. (09 de Noviembre de 2014). *STEVIA DEL ECUADOR*. Obtenido de PRODUCTOS CON STEVIA: <http://www.steviadelecuador.com/>

- Natureduca, B. /. (23 de 02 de 2015). *Diccionario botánico - 1ª parte*. Obtenido de Diccionario botánico - 1ª parte: http://www.natureduca.com/botan_defin_diccionario1.php
- Negrete, A. M. (2011). *Evaluación del efecto de dos tipos de fertilización en los rendimientos del cultivo de papa (Solanum Tuberosum) en Pichincha - Ecuador*. Quito: Universidad San Francisco De Quito.
- NTE INEN 1516. (2012). *HORTALIZAS FRESCAS.PAPAS.REQUISITOS* . Quito : INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN .
- Padilla, D., & Martínez, E. (2007). *FACTORES INVOLUCRADOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE AZÚCARES EN LAS PLANTAS VASCULARES: COMUNICACIÓN ENTRE LOS TEJIDOS FUENTE Y TEJIDOS DEMANDA**.
- Pérez, W., & Forbes, G. (23 de 02 de 2008). *MANUAL TÉCNICO El Tizón Tardío de la papa*. Obtenido de MANUAL TÉCNICO El Tizón Tardío de la papa: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/004271.pdf>
- Ponencia PAPA. (23 de 02 de 2015). *Morfología de la planta de papa*. Obtenido de Morfología de la planta de papa: <https://es.scribd.com/doc/39057108/Ponencia-PAPA>
- Pungacho, J. E. (2010). *ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO, QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE LOS ECO TIPOS DE PAPA; FRI-PAPA (Solanum tuberosum L) Y ESPERANZA (Solanum tuberosum L, Solanum andigenum) CULTIVADOS EN ECUADOR*. Quito: UTE.
- Química 2. (23 de 02 de 2015). *Química 2. Curso 2008 Partición sacarosa-almidón*. Obtenido de Química 2. Curso 2008 Partición sacarosa-almidón: <http://www.agro.unlpam.edu.ar/catedras-pdf/Particion%20asimilados.pdf>

- Ríos, M. I. (2009). El biol y las mujeres de Chitacaspí, una experiencia de producción alternativa. *Letras Verdes*, 5.
- Rojo, W. (24 de Noviembre de 2014). *Guía de Manejo Nutrición Vegetal de Especialidad papa*. Obtenido de Guía de Manejo Nutrición Vegetal de Especialidad papa: http://www.sqm.com/Portals/0/img/tablas_cultivo/papa/SQM-Crop_Kit_Potato_L-ES.pdf
- 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.
- Suquilanda, M. (2011). *Producción Organica de papa*. Quito: III CONGRESO INTERNACIONAL DE LA PAPA.
- Taiz, L., & Zeuger, E. Z. (2006). *Fisiología Vegetal (Volumen I)*. California: Publicaciones Universidad Jaume I.
- TECNOVERD, S. (23 de 02 de 2015). *La Translocación* . Obtenido de La Translocación : <http://www.tecnoverd.com/index.php/la-translocacion.html>
- Vallejo, P., & Zambrano, J. (2005). *Fisica Vectorial 2*. Quito: ISBN 9978-52-1.

CAPITULO VI

5. ANEXOS.

Anexo 1. Presupuesto

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Preparación del terreno				
Análisis de suelo	análisis	1	20	20
Toma de muestras	jornal	1	10	10
Glifosato	litro	1	6,41	6,41
Aplicación Glifosato	jornal	1	10	10
Arado	hora	2	20	40
Rastra	hora	1	20	20
Surcado	hora	1	20	20
SUBTOTAL 1				126,41
Siembra				
Sevin 80	500g	1	8,88	8,88
desinfección de semilla	jornal	1	10	10
Semilla	qq	8	25	200
siembra	jornal	2	10	20
SUBTOTAL 2				238,88
Fertilizacion N°1				
18-46-0	qq	2	42	84
Cal	qq	4	5	20
Transporte (al cultivo)	unidad	6	1	6
SUBTOTAL 3				110
Fertilizacion N°2				
10-30-10	qq	2	36	72
Transporte (al cultivo)	unidad	4	1	4
SUBTOTAL 3				76
Labores culturales				
Retape	jornal	2	10	20
Rascadillo	jornal	4	10	40
Aporque	jornal	4	10	40
SUBTOTAL 4				100
Control de insectos				
Lamdacihalotrina	litro	1		0
Malathion 25%	500g	1	2,98	2,98
Profenopac	litro	1	13,74	13,74

Pyremetrina	litro	1	10,99	10,99
Clorpirifos	litro	1	11,99	11,99
Orthene 75%	100g	2	2,51	5,02
SUBTOTAL 5				44,72
Control de enfermedades				
Mancozeb	kg	2	4	8
Cimoxanil+Mancozeb	kg	2	5	10
Verlaq	100cc	5	7,69	38,45
Affiliated (Cimoxanil+Mancozeb)	500g	4	5,32	21,28
Clorotalonil	400ml	4	5,95	23,8
SUBTOTAL 6				101,53
Fertilizantes Foliares				
Metalosato Boro	litro	1	20,05	20,05
Zeus	litro	1	29,14	29,14
Extracto de Stevia (Stevida)	litro	7,5	40	300
SUBTOTAL 7				349,19
Aplicación productos				
Insecticidas	jornal	2	10	20
Fungicidas	jornal	5	10	50
SUBTOTAL 8				70
Cosecha				
Mano de obra	jornal	8	10	80
Selección	jornal	2	10	20
Sacos para cosecha	unidades	75	0,19	14,25
Transporte (Mayorista Quito)	qq	75	1	75
Arriendo del terreno	Hectárea	1		0
SUBTOTAL 9				189,25
Reguladores de Ph				
Agrofix	100cc	4	0,87	3,48
SUBTOTAL				3,48
SUBTOTAL 10				1409,46
Equipos y Materiales				
Azadones	Unidad	1,0	10,0	10,0
Botas	Par	1,0	10,0	10,0
Guantes	Pares	2,0	2,5	5,0
Mascarilla	Unidad	3,0	3,0	9,0
Regla	Unidad	1,0	0,5	0,5
Fibra Plástica	Rollo	1,0	5,0	5,0
Bomba Royal Condor	Unidad	1,0	85,0	85,0
Valdés	20 Litros	1,0	10,0	10,0

Tanque Plástico	100 litros	1,0	20,0	20,0
Jarras Graduadas	Unidad	2,0	5,0	10,0
Rollo Manguera	unidad	1,0	35,0	35,0
Estacas	Unidad	20,0	0,5	10,0
Letreros	Unidad	25,0	1,0	25,0
SUBTOTAL 11				234,5
Otros materiales				
Cinta de Metrica	Unidad	1,0	5,0	5,0
Calibrador Pie de Rey	Unidad	1,0	13,0	13,0
Bascula	Unidad	1,0	15,0	15,0
Resma de papel	Unidad	1,0	4,0	4,0
Tinta de impresión	Cartuchos	5,0	10,0	50,0
Flash memory	Unidad	1,0	8,0	8,0
Gastos de Internet	Horas	100,0	0,5	50,0
Cámara digital	Unidad	1,0	200,0	200,0
Cuaderno de campo	Unidad	1,0	2,0	2,0
Esferograficos	Unidad	5,0	0,8	3,8
SUBTOTAL 12				317,8
TOTAL				1961,7

Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 2. Costo de Producción del cultivo de papa

ESTRUCTURA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN PAPA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Preparación del terreno				
Análisis de suelo	análisis	1	20	20
Toma de muestras	jornal	1	10	10
Glifosato	litro	1	6,41	6,41
Aplicación Glifosato	jornal	1	10	10
Arado	hora	2	20	40
Rastra	hora	1	20	20
Surcado	hora	1	20	20
SUBTOTAL				126,41
Siembra				
Sevin 80	500g	4	8,88	35,52
desinfección de semilla	jornal	2	10	20
Semilla	qq	30	25	750
siembra	jornal	5	10	50
SUBTOTAL				855,52
Fertilizacion N°1				
18-46-0	qq	15	42	630
Cal	qq	20	5	100
Transporte (al cultivo)	unidad	10	1	10
SUBTOTAL				740
Fertilizacion N°2				
10-30-10	qq	30	36	1080
Sulpomag	qq	2		0
Transporte (al cultivo)	unidad	20	1	20
SUBTOTAL				1100
Labores culturales				
Retape	jornal	8	10	80
Rascadillo	jornal	10	10	100
Aporque	jornal	10	10	100
SUBTOTAL				280
Control de insectos				
Lamdacihalotrina	litro	0	0	0
Malathion 25%	500g	2	2,98	5,96
Profenopac	litro	2	13,74	27,48
Pyremetrina	litro	2	13,89	27,78
Clorpirifos	litro	1	11,99	11,99

Orthene 75%	100g	4	2,51	10,04
Regen	250cc	4	6,75	6,75
SUBTOTAL				83,25
Control de enfermedades				
Mancozeb	kg	2		0
Cimoxanil+Mancozeb	kg	2		0
Verlaq	100cc	13	7,69	99,97
Affiliated (Cimoxanil+Mancozeb)	500g	16	5,8	92,8
Clorotalonil	400ml	16	6,8	108,8
SUBTOTAL				301,57
Fertilizantes Foliares				
Metalosato Boro	litro	0,5	20,05	10,025
Nitrato de Potasio	litro	1	20	20
Metalosato Potasio	litro	1	20,05	20,05
Metalosato Multimineral	litro	0,5	20,05	10,025
Metalosato Zinc	Litro	0,5	20,05	10,025
Zeus	litro	2	29,14	58,28
SUBTOTAL				128,405
Aplicación productos				
Insecticidas	jornal	2	10	20
Fungicidas	jornal	15	10	150
SUBTOTAL				170
Cosecha				
Mano de obra	jornal	40	10	400
Selección	jornal	0	0	0
Sacos para cosecha	unidades	1026,46	0,18	184,7628
Transporte (Mayorista Quito)	qq	1026,46	1	1026,46
Arriendo del terreno	Hectárea	1		0
SUBTOTAL				1611,2228
Reguladores de Ph				
Agrofix	100cc	16	0,87	13,92
SUBTOTAL				13,92
TOTAL				5410,2978
VENTA		923,72	18	16626,9841
Nota: Estructura de Costo de producción por quintal 45,36 kg Costo/qq				5,86
COSTO-BENEFICIO				3,07

Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 3. Análisis del suelo



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA
PROVINCIA DEL CARCHI

DIRECCION DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL

LABORATORIO DE AGUA Y SUELO
INFORME DE RESULTADOS

Cliente: Simón Quiróz

Dirección: El Diviso

Teléfono:

Número de Informe:

Fecha de Informe

28/02/14

Recep. Laboratorio

No de muestras entregadas

1

1.- RESULTADOS ANALÍTICOS

Identificación de la muestra de suelo: H1				
Parámetros	Unidad	Valor	Interpretación	Método aplicado
Materia Orgánica en el suelo	%	4.8	Medio	Walkley and Black AS-07
pH		4.17	Extremadamente ácido	AS-02
Salinidad	us	172	Bajo no salino	AS-17
Nitrógeno Total (% N)	%	0.252	Alto	Kjeldahl AS-25
Fósforo extraíble	ppm	90	Excesivo	Colorimetría AS-26
Potasio (K)	Meq/100 ml	0.269	Adecuado	Extracto de saturación por medición de absorción atómica AS-19
Calcio (Ca)	Meq/100 ml	39.93	Muy alto	Extracto de saturación por medición de absorción atómica AS-19
Magnesio (Mg)	Meq/100 ml	1.257	Bajo	Extracto de saturación por medición de absorción atómica AS-19
Hierro (Fe)	ppm	353	Excesivo	Extracto de saturación por medición de absorción atómica AS-19
Cobre (Cu)	ppm	3.03	Bajo	Extracto de saturación por medición de absorción atómica AS-19
Manganeso (Mn)	ppm	6.50	Adecuado	Extracto de saturación por medición de absorción atómica AS-19
Zinc (Zn)	ppm	3.18	Bajo	Extracto de saturación por medición de absorción atómica AS-19
Textura		Franco Arenoso		Bouyoucos Modificado

*Parámetros del programa smart fertilizer

2.- Responsable del Análisis: Ing. Lenin Carrera

Ing. Lenin Carrera

Anexo 4. Siembra



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 5. Cultivo en estado de Desarrollo



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 6. Cultivo en estado de Floración



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 7. Disposición del ensayo en campo



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 8. Dosificación del extracto de stevia dosis alta, media, baja.



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 9. Toma datos variable altura planta



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 10. Toma datos variables diámetro tallos



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 11. Aplicación del producto stevia (Dosis)



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 12. Cosecha - Rendimiento



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 13. Cosecha – Rendimiento



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 14. Evaluación Volumen desalojado por los tubérculos



Elaborado: Quiroz, S.2014

Anexo 15. Evaluación Peso de los tubérculos



Elaborado: Quiroz, S.2014