

**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE DOS FORMULACIONES NUTRICIONALES  
Y TRES DIFERENTES RANGOS DE PESO DE MINITUBÉRCULOS–SEMILLA  
PREBÁSICA EN LA PRODUCTIVIDAD SEMI-HIDROPÓNICO DE LA PAPA  
(*Solanum tuberosum*), CV. FRIPAPA, BAJO INVERNADERO.**

**JUAN MANUEL TACURI GUZMÁN**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2012**

**HOJA DE CERTIFICACIÓN****EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE:**

El trabajo de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE DOS FORMULACIONES NUTRICIONALES Y TRES DIFERENTES RANGOS DE PESO DE MINITUBÉRCULOS-SEMILLA PREBÁSICA EN LA PRODUCTIVIDAD SEMI-HIDROPÓNICO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), CV. FRIPAPA, BAJO INVERNADERO**, de responsabilidad del Sr. Egdo. Juan Manuel Tacuri Guzmán, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

**TRIBUNAL DE TESIS**

Ing. Luis Hidalgo  
**DIRECTOR**

---

Ing. Franklin Arcos  
**MIEMBRO**

---

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2011**

## **DEDICATORIA**

Al ser sobrenatural DIOS, por darme la vida, por la familia que me dio y por ser mi consolador.

A mis padres; Pascual Tacuri Miñarcaja y María Concepción Guzmán Lema, los mismos que sacrificaron sus vidas, entregaron todo y así formaron un profesional para entregar a la sociedad al servicio de ellos.

A todos mis hermanos, familiares, amigos con quienes he compartido mis alegrías y angustias.

A la Iglesia Cristiana “Verbo Pulingui”, para que ven que la gloria de Dios es incomparable y que no hay nada imposible para Él.

A CONPAPA CHIMBORAZO, para que puedan tener una referencia de la presente investigación.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su amor, fidelidad, presencia y en su misericordia a cuidado en toda la etapa de mi vida.

A la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por dar la oportunidad de desarrollarme como profesional.

A mis padres que siempre anhelaron, creyeron en la preparación espiritual y académica, a mis hermanos por ser los consejeros principales, por mostrar un sueño para nuestra familia, por el apoyo económico y mobiliario.

Al proyecto CDN EC-420 “Pulingui”, por permitir formar parte del equipo de tutores y que gracias a ello pude desarrollar muchas habilidades.

A Hno. José Manuel Guamán por creer a Dios y no a los hombres, por ser un amigo confiable, sabio y cuidadoso de sus actos.

Al Ing. Luis Hidalgo Director de Tesis, Ing. Franklin Arcos Miembro de Tesis y a todo el equipo del departamento de horticultura que gracias a sus colaboraciones fue posible la investigación.

Agradezco a los ingenieros; Juan León, Milton Gallardo, Santiago Zabala por el aporte técnico a la presente investigación.

A CONPAPA CHIMBORAZO por creer en mí y por todo el apoyo económico que brindaron para la realización de la presente investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE GRÁFICOS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix

N°	CAPÍTULO	Página
1	EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE DOS FORMULACIONES NUTRICIONALES Y TRES DIFERENTES RANGOS DE PESO DE MINITUBÉRCULOS–SEMILLA PREBÁSICA EN LA PRODUCTIVIDAD SEMI-HIDROPÓNICO DE LA PAPA ( <i>Solanum tuberosum</i> ), CV. FRIPAPA, BAJO INVERNADERO.	1
2	INTRODUCCIÓN	1
3	REVISIÓN LITERARIA	3
4	MATERIALES Y MÉTODOS	15
5	RESULTADOS Y DISCUSIONES	26
6	CONCLUSIONES	48
7	RECOMENDACIONES	49
8	RESUMEN	50
9	SUMMARY	51
10	BIBLIOGRAFÍA	52
11	ANEXOS	55

## LISTA DE CUADROS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Extracción total de nutrientes por el cultivo de papa para diferentes niveles de producción (Ecuador)	6
2	Extracción de nutrientes por el cultivo de papa (Chile)	7
3	Clasificación por escalas para tubérculo-semilla categoría prebásica	11
4	Tratamientos en estudio	17
5	Esquema análisis de varianza.	18
6	Fertilizante Convencional (Válvula 1)	22
7	Fertilizante Convencional + Ankor-flex (Válvula 2)	23
8	Frecuencia de fertirriego	24
9	Características del sistema de riego en el ensayo	25
10	Porcentaje de emergencia	26
11	Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia	27
12	Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de emergencia según las formulaciones (Factor A)	28
13	Altura de planta a los 30 días después de la siembra	29
14	Altura de planta a los 60 días después de la siembra	30
15	Altura de planta a los 90 días después de la siembra	30
16	Análisis de varianza para altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra	31

17	Prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 60 días después de la siembra	32
18	Número de tallo/planta	34
19	Análisis de varianza para número de tallos por planta	34
20	Tasa de multiplicación (Número de tubérculos/planta)	35
21	Análisis de varianza para la tasa de multiplicación (Número de tubérculos/planta)	36
22	Prueba de Tukey al 5% para la tasa de multiplicación (Número de tubérculos/planta)	37
23	Rendimiento de la categoría 1 (>60g) (kg/planta)	39
24	Rendimiento de la categoría 2 (40g – 59g) (kg/planta)	39
25	Rendimiento de la categoría 3 (20g – 39g) (kg/planta)	39
26	Rendimiento de la categoría 4 (<20g) (kg/planta)	40
27	Análisis de varianza para rendimiento por categorías (kg/planta)	40
28	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de la categoría 2 (40-59g) (Kg/planta)	42
29	Cálculo de los costos variables de los tratamientos	45
30	Presupuesto parcial y beneficio neto del cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) según Perrin et, Al.	46
31	Análisis de dominancia para los tratamientos.	47

**LISTA DE GRÁFICOS**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Porcentaje de emergencia según las formulaciones	28
2	Altura de planta a los 60 días después de la siembra	32
3	Tasa de multiplicación (Número de tubérculos/planta)	37
4	Rendimiento de la categoría 2 (40-59g) (kg/planta)	42



**LISTA DE ANEXOS**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Esquema de la distribución del ensayo	55
2	Análisis químico de la pomina	56
3	Análisis microbiológico de los minitubérculos	57
4	Promedio de temperatura y humedad relativa	58

**I. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE DOS FORMULACIONES NUTRICIONALES Y TRES DIFERENTES RANGOS DE PESO DE MINITUBÉRCULOS-SEMILLA PREBÁSICA EN LA PRODUCTIVIDAD SEMI-HIDROPÓNICO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), CV. FRIPAPA, BAJO INVERNADERO.**

**II. INTRODUCCIÓN**

La papa es uno de los cultivos que se adapta extraordinariamente a las condiciones climáticas y de suelos, el manejo del cultivo y dentro de éste la fertilización adecuada oportunamente, debe ser el factor que al final incida en mayor proporción en la productividad.

Para proporcionar una buena nutrición al cultivo semihidropónico de la papa se requiere tener conocimiento previo sobre el desarrollo de la planta y su asimilación de nutrientes, también se debe conocer la procedencia de los sustratos como el caso de la pomina y de la cascarilla de arroz quemada, ya que en el primer caso puede hallarse gran contenido de sales.

La semilla es el insumo más importante en la producción de papa, ya que se considera que una producción eficaz requiere del suministro de semilla de calidad, más que de cualquier otro factor aislado de producción, una buena semilla de papa es aquella que garantiza una alta calidad sanitaria, que mantenga las características varietales y que se encuentre libre de plagas y enfermedades para asegurar una buena productividad y alto rendimiento.

El consorcio de pequeños productores de Papa (CONPAPA) y la ESPOCH viene impulsando la implementación de proyectos productivos de papa por medio de plataformas de negocios, por lo que se hace necesario un sistema de flujo sostenido de semilla de calidad de la variedad Fripapa por ser la más requerida por los agricultores.

En el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos.

- A. Determinar las formulaciones nutricionales eficaces en la productividad semi-hidropónico de la papa (*Solanum tuberosum*), cv. fripapa.
- B. Determinar el rango de peso adecuado del minitubérculo–semilla prebásica en la productividad semi-hidropónico de la papa (*Solanum tuberosum*), cv. fripapa.
- C. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **A. EVALUACIÓN**

##### **1. Definición**

La evaluación hace referencia a un proceso por medio del cual alguna o varias características de los tratamientos, programas, etc, reciben la atención de quien evalúa, se analizan y se valoran sus características y condiciones en función de parámetros de referencia para emitir un juicio que sea relevante para el evaluador (TYLER, 1973).

“Evaluar es: dar un valor, hacer una prueba, registro de apreciaciones. Al mismo tiempo varios significados son atribuidos al termino: análisis, valoración de resultados, medida de la capacidad, apreciación del todo” (HOFFMAN, 1999).

#### **B. EFICACIA**

##### **1. Definición**

Es la relación existente entre el producto y los resultados, durante el proceso de conversión de productos en resultados; esta relación se establece por la calidad del producto al presentar el máximo de efectos deseados y mínimo de indeseados. Reduciendo así, los reprocesos, retrabajo y el desperdicio, dentro de la viabilidad prevista (KILLIAN, Z. 2004).

La eficacia "está relacionada con el logro de los objetivos/resultados propuestos, es decir con la realización de actividades que permitan alcanzar las metas establecidas. La eficacia es la medida en que alcanzamos el objetivo o resultado", es el resultado provechoso de una acción. Esta es una acepción que obedece a la usanza y debe ser reevaluada (DASILVA, 2002).

## C. NUTRICIÓN VEGETAL

### 1. Definición

La nutrición es un conjunto de reacciones físicas y químicas que, a partir de los alimentos ingeridos-absorbidos tienden a suministrar la energía necesaria para los organismos, así como a proporcionar las moléculas básicas para su organización plástica (POLANIA, N. 2010).

Proceso integral mediante el cual se programa la incorporación de nutrientes a la solución (de acuerdo a rendimientos esperados, tipo de suelo, cultivo y etapas de desarrollo, fuentes de fertilizantes) y la planta los absorbe del medio para llevar a cabo su metabolismo, y en consecuencia desarrollarse, crecer y producir (CANTUARIAS C. 2010).

Indica que la nutrición vegetal es, por tanto, la base de la hidroponía. La nutrición de las plantas por medio de la utilización de soluciones nutritivas será la llave del éxito en los cultivos hidropónicos. El método ideal para efectuar este diagnóstico es el análisis foliar periódica (una a dos veces por semana) y, juntamente y con este test, analizar la producción de nutrientes. El nivel de cada uno de los elementos esenciales en los tejidos de las plantas y en la solución de nutrientes deberá, al determinarse, llevar de forma conjunta un ajuste en la solución de nutrientes, si es necesario, para evitar los problemas potenciales de nutrición (HOWARD, M. 1997).

### 2. Solución nutritiva

En los cultivos hidropónicos todos los elementos esenciales se suministran a las plantas disolviendo las sales fertilizantes en agua para preparar la solución de nutrientes. La elección de las sales que deberán ser usadas depende de un elevado número de factores. La proporción relativa de iones que debemos añadir a la composición se comparará con la necesaria en la formulación del nutriente; Las diferentes sales fertilizantes que podemos usar para la solución

de nutrientes tienen a la vez diferente solubilidad, es decir, la medida de la concentración de sal que permanece en solución cuando la disolvemos en agua; si una sal tiene baja solubilidad, solamente una pequeña cantidad de esta se disolverá en el agua. En los cultivos hidropónicos

### 3. **Desórdenes fisiológicos**

Un desorden nutricional es un mal funcionamiento de la fisiología de la planta, y da como resultado un crecimiento anormal, causando bien por una deficiencia o por un exceso de uno o varios elementos minerales. Este desorden lo muestra la planta, bien externa, o internamente por medio de síntomas (HOWARD, M. 1997).

Una deficiencia o exceso de cada uno de los elementos esenciales da lugar a diferentes síntomas en las plantas, los cuales pueden utilizarse para identificar dicho desorden.

Es importante el detectar rápidamente los desórdenes nutricionales, ya que, conforme éstos se incrementan, los síntomas van extendiendo más rápidamente sobre la totalidad de la planta, dando como resultado la muerte de los tejidos de la plantas. Además, los desórdenes en un elemento a menudo interfieren la capacidad de la planta para acumular otros elementos, y rápidamente aparece un exceso o deficiencia de dos o más elementos esenciales de forma simultánea; esto es particularmente cierto en las deficiencias nutricionales. Cuando simultáneamente ocurre una deficiencia de dos o más elementos, el síndrome que aparece en los síntomas puede hacernos creer que no existe ninguna deficiencia (HOWARD, M. 1997).

### 4. **Sintomatología**

Uno de los primeros pasos para identificar un desorden nutricional es describir el síntoma con términos seguros y claros, por lo tanto se deberá determinar qué parte de la planta u órganos está afectado. ¿Ocurre éste en las hojas inferiores más viejas o en las superiores más jóvenes? ¿Están los síntomas en el tallo, fruto, flores o en cualquier otro punto de desarrollo de la planta? ¿Cuál es la apariencia de la totalidad de la planta? ¿Está enanizada, o con demasiadas ramas? ¿Cuál es la naturaleza del daño? ¿Está el tejido clorótico (amarillo), necrótico (pardo)

o deformado?, deberá determinarse si el desorden de la planta puede ser causado por algún otro motivo que después de que hayamos observado los síntomas y que hayan sido descritos, no sea el de un mal balance nutricional lo cual puede ser; daños por insectos, enfermedades de parásitos, daños por pesticidas, daños por polución, exceso o falta de agua, daños motivados por la luz o por la temperatura. Una vez que los factores indicados han sido comprobados y eliminados como causa potencial, puede sospecharse que existe un desorden nutricional. Normalmente en los cultivos hidropónicos, los desórdenes nutricionales se muestran a la vez en toda la planta (HOWARD, M. 1997).

##### 5. Requerimientos nutricionales

La extracción de nutrientes del cultivo de la papa depende de la variedad, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo, la extracción total del fósforo es inferior a la de nitrógeno y potasio (PUMISACHO, M. 2002).

**CUADRO 1.** EXTRACCIÓN TOTAL DE NUTRIENTES POR EL CULTIVO DE PAPA PARA DIFERENTES NIVELES DE PRODUCCIÓN (ECUADOR)

<b>Rendimiento t/ha</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>
	Kg/ha						g/ha			
Ecuador										
17	70	15	140	25	10		400	35	1050	200
50	220	50	350	95	35		900	60	4600	550
Colombia										
20	120	40	250		20	10				
40	210	70	430		40	20				
60	300	100	600		60	25				

Fuente: PUMISACHO, M. 2002.

**CUADRO 2. EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES POR EL CULTIVO DE PAPA (CHILE)**

<b>Extracción de nutrientes Kg/ha</b>					
Rendimiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
50 t/ha	270	50	320	146	26

Fuente: BADILLO ET, AL. 1997.

**6. Formulaciones**

La formulación de los nutrientes se da normalmente en ppm de la concentración de cada uno de los elementos esenciales. Una parte por millón es una parte de cada uno de ellos en un millón de partes de otro; esto puede ser una medida de peso, por ejemplo. 1ug/g (un microgramo por gramo), o una medida de peso y volumen, por ejemplo 1mg/l (un miligramo por litro), o un volumen utilizado como medida, por ejemplo. 1ul/l (un microlitro/litro) (HOWARD, M. 1997)

**a. Pesos atómicos y moleculares**

Los pesos atómicos y moleculares de los elementos y sus componentes, respectivamente, deberán ser utilizados en los cálculos para las concentraciones necesarias en la formulación de los nutrientes. Los pesos atómicos indican los pesos relativos de los diferentes átomos, o sea, cuál es el peso de un átomo comparado con el del otro. Cuando varios átomos se combinan entre ellos, forman una molécula por tanto se expresan en su forma molecular (HOWARD, M. 1997).



## **D. MINITUBÉRCULOS**

### **1. Definición**

Tubérculo producido a partir de material micropropagativo de papa que crece en un medio libre de plaga, en una instalación bajo condiciones protegidas especificadas (FAO, 2010).

La producción de minitubérculos es un trabajo de mucho conocimiento y constancia. No es suficiente contar con invernaderos bien instalados. El sustrato debe ser estéril, con excelente retención de agua, aeración y permeabilidad. Estas características deben poderse obtener en cualquier época del año y aun cuando pasen los años. Si se piensa en tierra de hoja, por ejemplo, nunca tendremos garantía del comportamiento y calidad de nuestro sustrato. Al momento del trasplante se debe tener el sustrato húmedo, una película de agríbon o manta de cielo a 20 cm. de altura una vez concluido el trasplante y humedecerlo cada 20 minutos durante el día y procurar quede seco en la noche. Esta película se debe retirar en 10 días (GÁLVEZ, A. 2001).

### **2. Material elegible**

El único material de papa al que se le permite la entrada a la instalación de producción de minitubérculos debería ser el material micropropagativo de papa libre de plagas. Podrá permitirse el cultivo de plantas de otras especies de plantas en la instalación, siempre que:

Se han evaluado los riesgos fitosanitarios de los minitubérculos, y de haberse identificado, se han analizado otras especies de plantas y se han encontrado libres de plagas antes de entrar a la instalación; se tomen las precauciones adecuadas para separarlas de las plantas de papa en espacio y/o tiempo para evitar la contaminación (FAO, 2010).

### **3. Instalaciones de minitubérculos**

La instalación de producción de minitubérculos debería funcionar como un sitio de producción libre de plagas con respecto a las plagas reglamentadas por el país importador para minitubérculos. Entre las plagas que puedan ser de interés se incluyen aquellas para el material micropropagativo de papa a saber, virus, viroides, fitoplasmas y bacterias y también los hongos, nematodos, artrópodos (FAO, 2010).

La producción debería realizarse bajo condiciones protegidas por ejemplo, un cuarto de crecimiento, invernadero, túnel de polietileno o (de ser apropiado, según la condición local de la plaga) un invernadero con malla de tamaño adecuado, que se ha construido y mantenido para evitar la entrada de plagas. No se necesitarán requisitos adicionales si la instalación incluye salvaguardas físicas y operativas adecuadas contra la introducción de plagas reglamentadas. Sin embargo, cuando no sean posibles estas salvaguardas se podrán considerar requisitos adicionales según las condiciones en el área de producción, las cuales podrán incluir:

La ubicación de la instalación en un área libre de plagas, o un área o sitio que está bien aislado de las fuentes de las plagas reglamentadas; una zona tampón alrededor de la instalación para las plagas reglamentada; la ubicación de la instalación en un área con bajo nivel de plagas y baja incidencia de vectores de plagas; la producción en la época del año cuando hay bajo nivel de plagas y baja incidencia de vectores de plagas.

La instalación debería monitorearse para detectar plagas reglamentadas así como vectores de plagas durante el ciclo de producción y, de ser necesario, deberían aplicarse y documentarse medidas de control de plagas u otras acciones correctivas. La instalación debería mantenerse y limpiarse bien después de cada ciclo de producción (FAO, 2010).

Los minitubérculos deberían manipularse, almacenarse, embalarse y transportarse bajo condiciones que prevengan la infestación y contaminación causada por plagas reglamentadas (FAO, 2010).

#### **4. Semilla de la papa prebásica**

##### **a. Semilla**

Comúnmente, la papa es reproducida en forma vegetativa a través de tubérculo semilla y después de varios ciclos de uso, la misma semilla pierde su capacidad productiva debido a una degeneración causada por diversas enfermedades fungosas, bacterianas o viróticas. Por eso, es importante renovar periódicamente la semilla, adquiriendo semilla certificada o de buena calidad (PUMISACHO, M. 2002).

##### **b. Calidad**

La papa destinada a almacenamiento debe estar sana, seca y libre de tierra. Es necesario protegerlas de la lluvia, de la exposición directa al sol o al viento. No se debe almacenar tubérculos mojados porque existe una alta posibilidad de pudrición. Si estuviesen mojados, es preferible almacenarlos temporalmente en capas superficiales para procurar un rápido secado. No es conveniente caminar o pararse sobre las papas porque pueden ser lastimadas, y las heridas son un excelente inóculo de potenciales ataques de patógenos y por ende se disminuye su calidad (PUMISACHO, M. 2002).

**c. Clasificación por escalas**

**CUADRO. 3. CLASIFICACIÓN POR ESCALAS PARA TUBÉRCULO-SEMILLA  
CATEGORÍA PREBÁSICA**

<b>Escalas</b>	<b>Peso (g)</b>
Primera	>60
Segunda	>40-60
Tercera	>20-40
Cuarta	>10-20
Quinta	>5-10
Sexta	>2-5
Séptima	<2

Fuente: BENITEZ, J. 2010.

**E. CULTIVO HIDROPÓNICO**

**1. Definición**

La palabra hidroponía deriva del griego, Hydro (agua) y de Ponos (labor o trabajo), significa entonces "trabajo en agua". En esta técnica las plantas reciben una Solución Nutritiva que contiene los elementos esenciales para su desarrollo y consiste en diluir en agua los nutrientes en sales minerales para después suministrárselo a las plantas por medio del riego (JARDINERADIGITAL, 2008).

## **2. Tipos de cultivo hidropónicos**

### **a. Cultivos en sustrato**

Es el más aceptado en los cultivos hidropónicos ya que tiene menos exigencias en cuanto a los cuidados y con una gran variedad de formas de hacerse, se puede cultivar en: bolsa, maceta, botes, bancales, etc. Y es eficiente para más de 30 especies de hortalizas y otras plantas. Este es el sistema más recomendable para comenzar un cultivo, ya que la forma de operar es muy similar a los cultivos tradicionales (JARDINERADIGITAL, 2008).

### **b. Raíz flotante**

Es la principal técnica de uso comercial, se realiza en un medio líquido el cual contiene a las sales nutritivas en baja concentración. Las raíces crecen dentro de la solución nutritiva y las plantas se mantienen sostenidas sobre una lámina de unicel. Este sistema se recomienda para climas frescos. Da excelentes resultados y rendimientos por cada metro cuadrado (JARDINERADIGITAL, 2008).

### **c. Flujo laminar**

Las raíces extendidas sobre canales reciben láminas delgadas de agua con nutrientes varias veces al día (JARDINERADIGITAL, 2008).

## **3. Ventajas del cultivo hidropónico**

El cultivo hidropónico tiene numerosas ventajas sobre los sistemas tradicionales de cultivo:

Estos cultivos están libres de parásitos, hongos, bacterias y contaminación; permite producir semillas certificadas; los costos de producción se reducen; permite una mayor independencia de los fenómenos meteorológicos; es posible producir cosechas fuera de estación; hay una mayor producción en un área menor; el agua puede reciclarse, con el consiguiente ahorro;

también se ahorran insecticidas y fertilizantes; permite la prescindencia de maquinaria agrícola; el manejo de los cultivos es más limpio. (VALADÉZ, 1997).

#### **4. Desventajas del cultivo hidropónico**

Inversión inicial alta: Sistema de riego, control de temperatura, pH, CE, Dispositivos de automatización; conocimientos técnicos de fisiología vegetal, química, nutrición, desarrollo del cultivo (BENITEZ, J. 2010).

#### **5. Semihidroponía**

##### **a. Definición**

Los cultivos semihidropónicos son un sistema de producción de plantas en sustratos mixtos (suelo + materia orgánica), siendo la más practicada y de mejores resultados (VALADÉZ, 1997).

Cultivo semihidropónico, es cuando se emplean sustratos orgánicos (fibra de coco, corteza de pino, mezcla de fertilizantes, turba, etc.) e inertes (arena, ripio, pomina) (WILSOR Y SCHWORZ, 1990).

## **F. PRODUCTIVIDAD**

### **1. Definición**

Es un concepto referido a una unidad física la cual expresa siempre la relación entre la cantidad empleada de un factor de producción o de uno intermedio y la cantidad de producto logrado (COSCIA, A. 1976).

## **G. CULTIVAR**

### **1. Definición**

A la variedad mejorada se la considera como cultivar, y es el producto final del cruzamiento entre dos o más variedades nativas, para lo cual se ha utilizado esquemas adecuados de apareamiento, así como de técnicas eficientes de evaluación y selección, de tal forma que en un tiempo no menor de 10 años obtengan una variedad mejorada de papa que puede resolver la problemática papera (VÁSQUEZ, V. 1988).

A los cultivares se les suele llamar variedades; de hecho, se utiliza más la palabra "variedad" que "cultivar". El cultivar es lo que obtienen los técnicos y viveristas a partir de especies de la naturaleza. La diferencia principal es que la variedad es resultado de un fenómeno natural, espontáneo en la naturaleza, y el cultivar es fruto del ser humano, que obtiene mediante selecciones plantas con nuevas características (INFOJARDIN. 2010).

#### **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **A. CARÁCTERÍSTICAS DEL LUGAR.**

###### **1. Localización**

El experimento se llevó a cabo en el Departamento de Horticultura, Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

###### **2. Ubicación Geográfica**

- a. Longitud: 78° 40' W
- b. Latitud: 1° 38' S
- c. Altitud: 2820 m.s.n.m.

###### **3. Características agrometeorológicas dentro del invernadero<sup>1</sup>**

- a. Temperatura mínima: 3 °C
- b. Temperatura promedio: 24 °C
- c. Temperatura máxima: 49 °C
- d. Humedad relativa promedio: 52 %

---

<sup>1</sup>Datos registrados dentro del invernadero (Anexo 4)



## **B. MATERIALES**

### **1. Materiales de la investigación**

Formulaciones de fertilizantes y semilla del cultivar I-Fripapa

## **C. METODOLOGÍA**

### **1. Diseño experimental**

Unidades experimentales en arreglo de parcelas grandes.

### **2. Factor en estudio**

#### **a. Factor A (Formulaciones nutricionales)**

**A1:** Fertilizantes convencionales (con sales)

**A2:** Fertilizantes convencionales + Ankor-flex (Sales + aminoácidos)

#### **b. Factor B (Peso de minitubérculos)**

**B1:** 10 – 20 g

**B2:** 21 – 30 g

**B3:** 31 – 40 g

### **3. Tratamientos del ensayo**

De la combinada de dos factores, resultaron seis tratamientos, con tres repeticiones (Cuadro 4)

**CUADRO 4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO**

<b>NÚMERO DE TRATAMIENTO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>FERTILIZACIÓN</b>	<b>PESOS DE MINITUBÉRCULOS</b>
T1	A1B1	Fertilizantes convencionales	10 – 20 g
T2	A1B2	Fertilizantes convencionales	21 – 30 g
T3	A1B3	Fertilizantes convencionales	31 – 40 g
T4	A2B1	Convencional + Ankor-flex	10 – 20 g
T5	A2B2	Convencional + Ankor-flex	21 – 30 g
T6	A2B3	Convencional + Ankor-flex	31 – 40 g

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

#### **4. Características del ensayo**

- a. Número de unidades experimentales: 18
- b. Número de repeticiones: 3
- c. Área Total: 1000 m<sup>2</sup>
- d. Área neta del ensayo: 38,40 m<sup>2</sup>
- e. Largo de la cama: 32 m
- f. Ancho de la cama: 1.20 m
- g. Ancho de camino entre camas: 1 m
- h. Área total del ensayo: 460.80 m<sup>2</sup>
- i. Número total de minitubérculos: 5088
- j. Número de camas: 12

## 5. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA

**CUADRO 5.** ESQUEMA ANÁLISIS DE VARIANZA.

<b>FV</b>	<b>Fórmula</b>	<b>GL</b>
Repeticiones	$r-1$	2
Factor A	$A-1$	1
Error A	$(r-1)(A-1)$	2
Factor B	$(B-1)$	2
PGA x SPB	$(A-1)(B-1)$	2
Error B	$A(r-1)(B-1)$	8
Total	$(r*A*B)-1$	17

**Fuente:** Zabala, S. 2011.

## 6. Análisis funcional

- a. Se realizó el análisis de varianza.
- b. Para la separación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5 %.
- c. Se determinó el coeficiente de variación.

## 7. Análisis económico

- a. Se realizó el análisis económico con el método de Perrin et Al.

## **D. MÉTODO DE EVALUACIÓN Y DATOS REGISTRADOS.**

### **1. Porcentaje de emergencia**

Se contó el número de tubérculos sembrados con el número de plantas emergidas.

### **2. Altura de planta**

Se midió en cm. a los 30, 60 y 90 días después de la siembra la altura de planta.

### **3. Número de tallos/planta**

Se contabilizó el número de tallos por planta de todas las unidades experimentales

### **4. Rendimiento por categoría kg/planta**

Se pesó en función de la categoría de los tubérculos y se expresó en Kg/planta

### **5. Tasa de multiplicación/planta**

Se contabilizó el número de tubérculos de semilla producidos por unidad.

### **6. Análisis económico**

Se calculó el análisis económico según el método de Perrin et Al, para determinar la TRM de los tratamientos, con los siguientes: Beneficio campo (USD); costo variable (USD) de minitubérculos y formulaciones de fertilización; beneficio neto (USD); beneficio/costo.

## **E. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **1. Labores preculturales**

#### **a. Análisis de la pomina**

El análisis de la pomina se realizó con el fin de adecuar las condiciones de fertirrigación, también para determinar el contenido de sales y pH presente en la pomina.

La pomina fue lavada con la finalidad de disminuir el contenido de sales la altura del mismo era de 45cm, después de 20 días fue muestreada con un barreno a 25cm de profundidad y llevada al laboratorio de suelos de la ESPOCH, el análisis se realizó con el fin de adecuar las condiciones de fertirrigación, también para determinar el contenido de sales y pH. (Anexo 2)

#### **b. Colocación del sustrato**

Primeramente fue rellena con pomina los primeros 5cm con la finalidad de mejorar la infiltración en caso de exceso de sales por medio de la fertilización. Posterior a esto fue colocada 15cm de espesor del sustrato (pomina + cascarilla de arroz quemada) dejando hasta la mitad en una cama con una altura de 40cm para mejorar la retención de humedad, con el fin de utilizarlo posteriormente para las labores de aporque.

### **2. Labores culturales**

#### **a. Siembra**

Previo a la siembra se contabilizó el número de minitubérculos, la mayoría con brotación múltiple.

La siembra se realizó con una densidad de plantación de 30cm entre plantas y 25cm entre cintas (12 minitubérculos/m<sup>2</sup>), la profundidad de 5cm aplicando el criterio del doble de diámetro del tubérculo.

Se pesó en una balanza de precisión de acuerdo al rango establecido en los indicadores de peso para la semilla prebásica; 10 - 20g; 21-30g; 31 - 40g

#### **b. Control de plagas**

Para control de plagas, especialmente de la polilla (*Tecia solanivora*) se colocaron trampas con feromonas.

Dos semanas posteriores a la siembra se aplicó un insecticida de ingrediente activo profenofos en dosis de 1.0 cm<sup>3</sup>/L de agua con un intervalo de 15 días, luego un Tiametaxon+lambdacihalotrina en dosis de 1.0 cm<sup>3</sup>/L para el control de trozador (*Agrotis deprivata*)

#### **c. Aporque**

El medio aporque se realizó a los 48 días después de la siembra, con 8cm de espesor del sustrato (50% pomina + 50% cascarilla de arroz quemado).

El aporque se realizó a los 70 días después de la siembra, con 5 cm de espesor del sustrato, luego de los 90 días se presentó caídas de las plantas por lo tanto se colocó solo la pomina a los bordes de las camas.

#### **d. Poda de tallos y estolones**

Se dejó tres tallos por planta y se realizó la poda de los estolones 60 días después de la siembra.

**e. Poda de flores**

La poda de flores se realizó a los 90 días después de la siembra.

**3. Fertilización**

Se dotó las formulaciones nutricionales mediante el sistema de fertirriego por medio del Venturi, de acuerdo a la extracción del cultivo, ajustando a la conductividad eléctrica al 1.62 mmhos/cm

Fertirriego con eficiencia del 90%.

Conductividad eléctrica: 1.62 – 2.3 mmhos/cm; solución no salina - salina

pH de la solución: 5.9; solución ligeramente ácida

La solución nutritiva se preparó con las siguientes fuentes (Cuadros 6 y 7)

**CUADRO 6. FERTILIZANTE CONVENCIONAL (VÁLVULA 1)**

<b>Fuentes</b>	<b>Dosis g/L</b>
Nitrato de Amonio	0.082
Acido Fosfórico	0.115
Nitrato de Calcio	0.318
Nitrato de Potasio	0.306
Fosfato de Monopotasio	0.141
Sulfato de Magnesio	0.608
Quelato de Hierro Maxferro (6% EDDHA)	0.033
Sulfato de Cobre	0.002
Sulfato de Manganeso	0.001
Sulfato de Zing	0.001
Borax	0.004

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011

**CUADRO 7.** FERTILIZANTE CONVENCIONAL + ANKOR-FLEX (VÁLVULA 2)

<b>Fuentes</b>	<b>Dosis g/L</b>
Nitrato de Amonio	0.082
Ankor-Flex Inicio, Desarrollo Y Producción (Total)	0.170
Nitrato de Calcio	0.318
Nitrato de Potasio	0.306
Fosfato de Monopotasio	0.141
Sulfato de Magnesio	0.608
Quelato de Hierro Maxferro (6% EDDHA)	0.033
Sulfato de Cobre	0.002
Sulfato de Manganeso	0.001
Sulfato de Zing	0.001
Borax	0.004

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011



**CUADRO 8. FRECUENCIA DE FERTIRRIEGO**

<b>Etapa</b>	<b>Semana</b>	<b>Número de fertirriego</b>	<b>Aplicación foliar</b>	<b>Control fitosanitario</b>	<b>Volumen de agua (L)</b>
Inicio	1 – 4	5	Bioplus 3cm <sup>3</sup> /L Cistefol 1.5cm <sup>3</sup> /L	Profenofos 1.0cm <sup>3</sup> /L	80
Desarrollo	5 – 6	6	Bioplus 3cm <sup>3</sup> /L Cistefol 1.5cm <sup>3</sup> /L	-	100
	7 – 8	7	Bioplus 3cm <sup>3</sup> /L Cistefol 1.5cm <sup>3</sup> /L Citoquin 1.0cm <sup>3</sup> /L Quetalto de Ca 1.0cm <sup>3</sup> /L	-	100
Producción	9	6	Bioplus 3cm <sup>3</sup> /L Cistefol 1.5cm <sup>3</sup> /L Citoquin 1.0cm <sup>3</sup> /L	Tiametaxon lambdacihalotrina 1.0cm <sup>3</sup> /L	140
	10 – 11	5	Pro-fhos 1.5cm <sup>3</sup> /L Bioplus 3cm <sup>3</sup> /L Cistefol 1.5cm <sup>3</sup> /L Citoquin 1.0cm <sup>3</sup> /L Fotosin 1.0cm <sup>3</sup> /L Auxin-Ca 1.5cm <sup>3</sup> /L		140
	*12 – 13	5	-	-	-

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011

\* Desde la semana 12 cesaron las aplicaciones foliares

#### **4. Riego**

Los riegos se realizaron con frecuencia de 2 veces/día de lunes a domingo. Las características del sistema de riego se describen en el Cuadro 9.

**CUADRO 9. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO EN EL ENSAYO**

<b>Sistema</b>	<b>Goteo</b>
Distancia entre goteros	0.2 m
Número hileras	5 (tesis)
Longitud hilera	32 m
Caudal gotero	2.5 L/s

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011

**5. Cosecha**

Se realizó cuando los tubérculos alcanzaron su madurez comercial es decir a los 135 días después de la siembra.

**6. Registro agrometeorológico del invernadero**

Los datos se obtuvieron apoyados en la construcción de un evapotranspirómetro para la medición de evaporación (mm) y registrando datos de temperatura, humedad relativa en un termohigrómetro (Anexo 4)

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### A. PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Los datos registrados para porcentaje de emergencia (Cuadro 10).

**CUADRO 10. PORCENTAJE DE EMERGENCIA**

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Suma</b>	<b>Media</b>
T1	A1B1	68	81	76	225	75
T2	A1B2	73	76	73	222	74
T3	A1B3	68	67	65	200	67
T4	A2B1	56	74	66	197	66
T5	A2B2	69	76	64	208	69
T6	A2B3	73	65	65	203	68

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

**Fuente:** Datos registrados, 2011.

El análisis de varianza para porcentaje de emergencia (Cuadro 11)

**CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE EMERGENCIA**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F. Calculado</b>	<b>F Tabulado 0.05</b>	<b>F Tabulado 0.01</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Bloques</b>	2	115.56	57.78	13.89	19.00	99.00	ns
<b>FACTOR A</b>	1	82.62	82.62	19.87	18.51	98.50	*
<b>ERROR A</b>	2	8.32	4.16				
<b>FACTOR B</b>	2	64.10	32.05	0.99	4.46	8.65	ns
<b>A*B</b>	2	83.15	41.58	1.29	4.46	8.65	ns
<b>Error B</b>	8	258.08	32.26				
<b>TOTAL</b>	17	611.83					
<b>Media</b>	69.68						
<b>CV %</b>	8.15						

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

ns: No significativo.

\*: Significativo.

El análisis de varianza para porcentaje de emergencia (Cuadro 11), presentó diferencia significativa para las formulaciones (Factor A). No presentaron diferencia significativa, para los pesos de minitubérculos (Factor B) y las interacciones de las formulaciones y pesos de minitubérculos (A\*B).

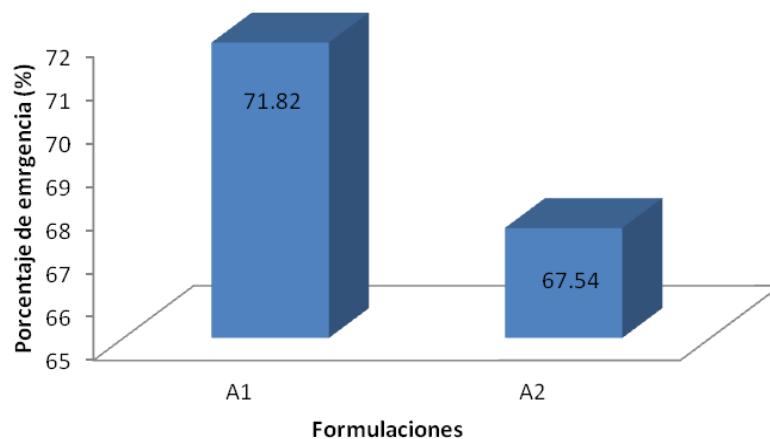
El coeficiente de variación fue 8.15%.

En la prueba de Tukey al 5% para porcentaje de emergencia según las formulaciones (Factor A) (Cuadro 9; Gráfico 1) presenta dos rangos. En el rango “A” se ubicó la formulación convencional (A1) con media de 71.82% en el rango “B” se ubicó la formulación convencional + Ankor-Flex (A2) con media de 67.54%.

**CUADRO 12.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PORCENTAJE DE EMERGENCIA SEGÚN LAS FORMULACIONES (FACTOR A)

FORMULACIONES	CÓDIGO	MEDIAS (%)	RANGO
Convencional	A1	71.82	A
Convencional + Ankor-flex	A2	67.54	B

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.



**GRÁFICO 1.** PORCENTAJE DE EMERGENCIA PARA LAS FORMULACIONES

En el gráfico 1, se observa que el porcentaje de emergencia con la utilización de la formulación convencional (A1) supera el 6.3% a la formulación convencional + Ankor-Flex (A2).

La aplicación de la formulación Convencional (A1) se manifiesta positivamente en el porcentaje de emergencia en comparación con la Convencional + Ankor-Flex (A2) debido a formulación convencional presenta mejor grado de solubilidad con la aplicación de ácido fosfórico (líquido) como elemento Fósforo, mientras que la formulación Convencional + Ankor-Flex (granular) presentó bajo grado de solubilidad quedando sedimentada y disminuyendo su aprovechamiento por las raíces de la planta según FERTIDEG, 2011, que indica; Sabido es que los sistemas de fertirrigación deben ser utilizados totalmente con nutrientes solubles en agua. En el caso de nitrógeno y potasio esto generalmente no presenta

problemas técnicos. Sin embargo, si pueden surgir serias dificultades cuando se utilizan fertilizantes fosfóricos, como recomendación es utilizar fuentes líquidos particularmente en condiciones alcalinas porque los granulares quedan sedimentadas.

A más de la solubilidad del elemento Fósforo (P), generó bajo porcentaje de emergencia la pudrición de la semilla generada por las colonias de *Pseudomonas sp.* (Colonias brillantes de borde continuo y centro opaco en medio AN) y colonias de *Xanthomonas sp.* (Colonias amarillo claro, brillante, circulares consistencia gelatinosa y poco crecimiento, abundante mal olor, en AN), lo que concuerda con AGRIOS, G. 1991. Varias especies de bacterias de los géneros *Pseudomonas sp.*, *Xanthomonas sp.*, *Erwinia* producen toxinas, varias de las sustancias tóxicas que producen los microorganismos fitopatógenos ocasionan todo el síndrome de la enfermedad. Los cuales son causantes de pudrición blanda, las bacteria viven principalmente sobre los órganos vegetales, pueden sobrevivir en o sobre las semillas, otros órganos de la planta, insecto etc (Anexo 3).

## **B. ALTURA DE PLANTA A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA**

Los datos registrados para altura de planta a los 30 días (Cuadro 13).

### **CUADRO 13. ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA**

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Suma</b>	<b>Media</b>
T1	A1B1	11,32	10,98	13,06	35,36	11,79
T2	A1B2	12,78	11,40	11,55	35,73	11,91
T3	A1B3	11,47	12,05	11,53	35,05	11,68
T4	A2B1	13,56	11,57	14,05	39,18	13,06
T5	A2B2	11,55	13,38	12,16	37,09	12,36
T6	A2B3	8,95	11,53	11,39	31,87	10,62

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

Los datos registrados para altura de planta a los 60 días (Cuadro 14).

**CUADRO 14.** ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Suma</b>	<b>Media</b>
T1	A1B1	50,60	50,90	52,10	153,60	51,20
T2	A1B2	60,10	56,90	52,80	169,80	56,60
T3	A1B3	50,40	48,80	52,90	152,10	50,70
T4	A2B1	52,80	47,60	54,90	155,30	51,77
T5	A2B2	61,40	56,60	51,80	169,80	56,60
T6	A2B3	50,20	48,20	54,60	153,00	51,00

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

Los datos registrados para altura de planta a los 90 días (Cuadro 15).

**CUADRO 15.** ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Suma</b>	<b>Media</b>
T1	A1B1	98,10	98,00	101,50	297,60	99,20
T2	A1B2	99,70	100,50	100,00	300,20	100,07
T3	A1B3	98,20	98,30	98,80	295,30	98,43
T4	A2B1	99,70	97,30	99,50	296,50	98,83
T5	A2B2	101,90	102,00	100,20	304,10	101,37
T6	A2B3	92,00	99,60	99,80	291,40	97,13

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

El análisis de varianza para altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra (Cuadro 16)

**CUADRO 16.** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios para altura de planta (cm)					
		A los 30 días		A los 60 días		A los 90 días	
		Calculado	Signifi	Calculado	Signifi	Calculado	Signifi
<b>Bloques</b>	2	1.22	ns	3.59	ns	5.06	ns
<b>FACTOR A</b>	1	0.37	ns	0.12	ns	0.08	ns
<b>ERROR A</b>	2						
<b>FACTOR B</b>	2	2.02	ns	4.64	*	2.42	ns
<b>A*B</b>	2	1.59	ns	0.01	ns	0.48	ns
<b>Error B</b>	8						
<b>TOTAL</b>	17						
<b>Media</b>		11.90		52.98		99.17	
<b>CV %</b>		9.65		6.77		2.34	

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

ns: No significativo.

\*: Significativo.

### 1. Altura de planta a los 30 días

En el análisis de varianza para altura de planta a los 30 días (Cuadro 16), no presentaron diferencia significativa, para las formulaciones (Factor A), pesos de minitubérculos (Factor B) e interacciones (A \* B).

El coeficiente de variación fue 9.65%.

### 2. Altura de planta a los 60 días

En el análisis de varianza para altura de planta a los 60 (Cuadro 16), presentó diferencia significativa para los pesos de minitubérculos (Factor B). No presentaron diferencia significativa, para formulaciones (Factor A) e interacciones (A \* B).



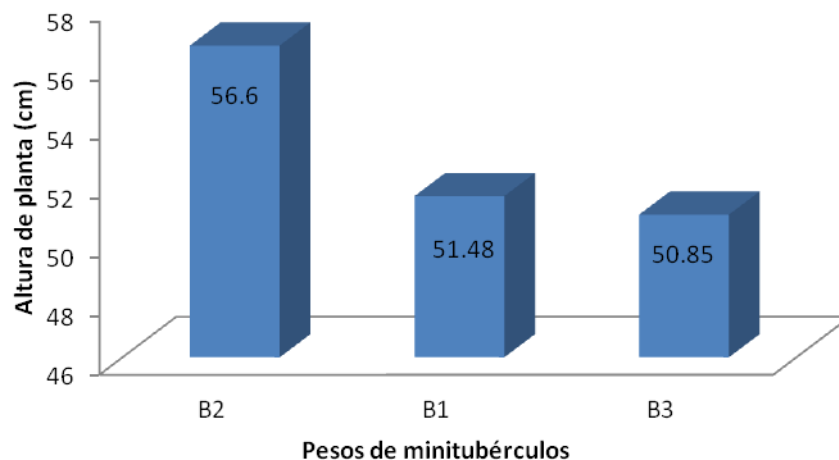
El coeficiente de variación fue 6.77%.

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 60 días después de la siembra según los pesos de minitubérculos (Factor B) (Cuadro 17; Gráfico 2) presentaron dos rangos. En el rango “A” se ubicó el peso del minitubérculo entre 21 – 30g (B2) con media de 56.6 cm, en el rango “B” se ubicaron los pesos de minitubérculos entre 10 - 20 g (B1) con medias de 51.48 cm y 31 - 40 g (B3) con media de 50.85 cm respectivamente.

**CUADRO 17.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

PESOS	CÓDIGO	MEDIAS(cm)	RANGO
21 - 30 g	B2	56.6	A
10 - 20 g	B1	51.48	B
31 - 40 g	B3	50.85	B

Elaboración: Tacuri, J. 2011.



**GRÁFICO 2.** ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA

En el gráfico 2, se observa que la altura de planta a los 60 días después de la siembra para minitubérculos con pesos entre 21-30g (B2), supera en los pesos con 9.94% (B1) y 11.3% (B3) respectivamente.

### **3. Altura de planta a los 90 días**

En el análisis de varianza para altura de planta a los 90 días (Cuadro 16), no presentaron diferencia significativa, para las formulaciones (Factor A), pesos de minitubérculos (Factor B) e interacciones (A \* B).

El coeficiente de variación fue 2.34%.

La aplicación de las dos formulaciones (Convencional y Convencional + Ankor-Flex) vs diferentes rangos de pesos de minitubérculos (10 – 20g, 21 – 30g, 31 – 40g) presentó diferencia en el crecimiento, aunque en el color y grosor del tallo siempre estaban mejor con la aplicación de la formulación convencional + Ankor-Flex, debido al contenido de aminoácidos libre con 10%, concordando con los enunciados de POLANIA, N. 2011. Los aminoácidos constituyen en la apertura de estomas; mayor transpiración; precursores de pigmentos clorofílicos (Glicina); equilibrio osmótico; mejor toma de nutrientes. A los 60 días después de la siembra se observó que los minitubérculos con pesos entre 21-30g (B2), supera en altura el 9.94% (B1) y 11.3% (B3) respectivamente, estas variaciones según YANEZ, W. 2011 Se debe a las influencia del ambiente, desuniformidad del riego en el sitio, divisiones celulares que sufren las plantas dando un crecimiento desigual.

### C. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA

Los datos registrados para número de tallos por planta (Cuadro 18).

**CUADRO 18. NÚMERO DE TALLO/PLANTA**

Tratamientos	Código	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	A1B1	2,90	2,90	2,60	8,40	2,80
T2	A1B2	2,90	2,90	3,10	8,90	2,97
T3	A1B3	2,70	3,30	3,20	9,20	3,07
T4	A2B1	2,90	3,00	2,90	8,80	2,93
T5	A2B2	2,50	2,70	2,90	8,10	2,70
T6	A2B3	2,70	2,60	3,20	8,50	2,83

Elaboración: Tacuri, J. 2011.

El análisis de varianza para número de tallos por planta (Cuadro 19)

**CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA**

FV	GL	SC	CM	F. Calculado	F Tabulado 0.05	F Tabulado 0.01	Interpretación
<b>Bloques</b>	2	0.14	0.07	2.11	19.00	99.00	ns
<b>FACTOR A</b>	1	0.07	0.07	1.98	18.51	98.50	ns
<b>ERROR A</b>	2	0.07	0.03				
<b>FACTOR B</b>	2	0.04	0.02	0.46	4.46	8.65	ns
<b>A*B</b>	2	0.15	0.07	1.57	4.46	8.65	ns
<b>Error B</b>	8	0.38	0.05				
<b>TOTAL</b>	17	0.85					
<b>Media</b>	2.88						
<b>CV %</b>	7.51						

Elaboración: Tacuri, J. 2011.

ns: No significativo.

En el análisis de varianza para número de tallos por planta (Cuadro 19), no presentó diferencias significativas para las formulaciones (Factor A), pesos de minitubérculos (Factor B) e interacciones (A \* B).

El coeficiente de variación fue 7.51%.

El número de tallos promedio por planta fue tres en todos los tratamientos en estudio: con la aplicación de dos formulaciones (Convencional, Convencional + Ankor-Flex) y diferentes rangos de pesos de minitubérculos (10 – 20g, 21 – 30g, 31 – 40g), esto debido a que cuando la semilla empezó con la primera brotación se eliminó el primer brote apical lo que permitió una brotación múltiple, esto concuerda con MONTESDEOCA, F. 2005. Cuando la semilla presenta un solo brote, no es aconsejable sembrarla porque desarrollaría pocos tallos principales y su producción sería baja; este brote tiende a impedir el desarrollo de otros brotes. Esta condición es severa en algunas variedades como I-Fripapa. Lo aconsejable es eliminar el brote apical para permitir la brotación múltiple.

#### **D. TASA DE MULTIPLICACIÓN (NÚMERO DE TUBÉRCULOS/PLANTA)**

Los datos registrados para tasa de multiplicación (Número de tubérculos/planta) (Cuadro 20).

**CUADRO 20.** TASA DE MULTIPLICACIÓN (Número de tubérculos/planta)

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Suma</b>	<b>Media</b>
T1	A1B1	14,00	15,40	12,30	41,70	13,90
T2	A1B2	15,60	16,00	16,80	48,40	16,13
T3	A1B3	18,30	17,70	21,20	57,20	19,07
T4	A2B1	16,00	16,20	16,10	48,30	16,10
T5	A2B2	11,60	11,50	16,50	39,60	13,20
T6	A2B3	12,30	11,50	16,60	40,40	13,47

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

El análisis de varianza para la tasa de multiplicación (Número de tubérculos/planta)  
(Cuadro 21)

**CUADRO 21. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA TASA DE MULTIPLICACIÓN  
(NÚMERO DE TUBÉRCULOS/PLANTA)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F. Calculado</b>	<b>F Tabulado 0.05</b>	<b>F Tabulado 0.01</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Bloques</b>	2	14.59	7.29	2.04	19.00	99.00	ns
<b>FACTOR A</b>	1	20.06	20.06	5.61	18.51	98.50	ns
<b>ERROR A</b>	2	7.15	3.57				
<b>FACTOR B</b>	2	8.55	4.28	1.54	4.46	8.65	ns
<b>A*B</b>	2	47.15	23.58	8.48	4.46	8.65	*
<b>Error B</b>	8	22.24	2.78				
<b>TOTAL</b>	17	119.74					
<b>Media</b>	15.31						
<b>CV %</b>	10.89						

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

ns: No significativo.

\* : Significativo.

En el análisis de varianza para la tasa de multiplicación (Número de tubérculos/planta) (Cuadro 21), presentó diferencia significativa para la interacción (A\*B); No presentaron diferencia significativa para las formulaciones (Factor A), pesos de minitubérculos (Factor B).

El coeficiente de variación fue 10.89 %.

En la prueba de Tukey al 5% para la tasa de multiplicación (Número de tubérculos/planta) según las formulaciones (Factor A) vs pesos de minitubérculos (Factor B) (Cuadro 22; Gráfico 3) presentaron 4 rangos. En el rango “A” se ubicó la formulación convencional con peso de minitubérculo entre 31-40g (T3) con media de 19.07 tubérculos/planta, en el rango “B” se ubicaron la formulación convencional con peso de minitubérculo entre 21-30g (T2) y formulación Convencional + Ankor-Flex con peso de minitubérculo entre 10-20g (T4) con

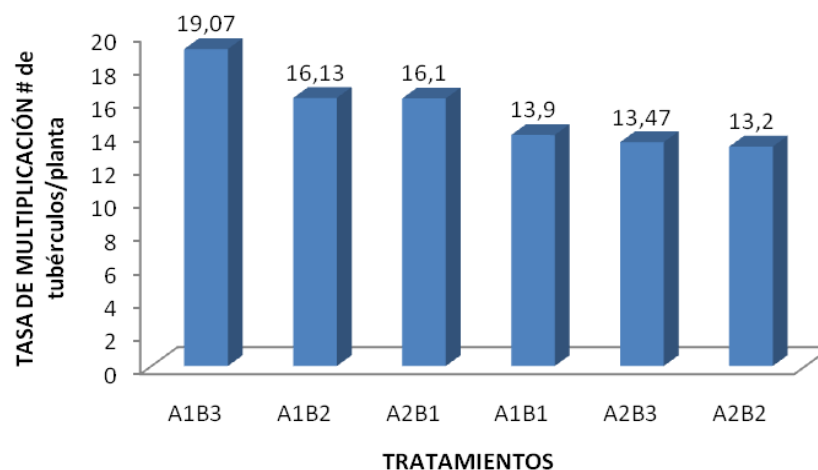
una media de 16.13 y 16.1 tubérculos/planta respectivamente. En el rango “BC” se ubicaron la formulación convencional con peso de minitubérculo entre 10-20g (T1) y formulación convencional + Ankor-Flex con peso de minitubérculo entre 31-40g (T6) con una media de 13.9 y 13.47 tubérculos/planta respectivamente. En el rango “C” se ubicó la formulación convencional + Ankor-Flex con peso de minitubérculo entre 21-30g (T5) con una media de 13.2 número de tubérculos/planta.

**CUADRO 22.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA TASA DE MULTIPLICACIÓN (NÚMERO DE TUBÉRCULOS/PLANTA)

TRATAMIENTOS	CODIGO	MEDIAS	RANGO
T3	A1B3	19,07	A
T2	A1B2	16,13	B
T4	A2B1	16,1	B
T1	A1B1	13,9	BC
T6	A2B3	13,47	BC
T5	A2B2	13,2	C

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

**Fuente:** Datos registrados, 2011.



**GRÁFICO 3.** TASA DE MULTIPLICACIÓN (NÚMERO DE TUBÉRCULOS/PLANTA)

En el gráfico 3 se observa que la tasa de multiplicación (Número de tubérculos/planta) para la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 31-40g (T3), supera el 15.42% con

la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 21-30g (T2), 15.57% con la formulación Convencional +Ankor-Flex y peso de minitubérculo entre 10-20g (T4), 27.11% con la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 10-20g (T1), 29.37% con la formulación Convencional + Ankor-Flex y peso de minitubérculo entre 31-40g (T6) y 30.78% con la formulación Convencional + Ankor-Flex y peso de minitubérculo entre 21-30g (T5), respectivamente.

En la tasa de multiplicación, el número de tubérculos por planta al presentar una interacción entre el FACTOR A\*B podemos indicar que existe significancia estadística entre las formulaciones (Convencional y Convencional + Ankor-Flex) y el peso de minitubérculos (10 – 20g, 21 – 30g, 31 – 40g), ubicándose la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 31-40g (T3) con 19.07 tubérculos por planta, la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 21-30g (T2) con 16.13 tubérculos por planta y la formulación Convencional +Ankor-Flex y peso de minitubérculo entre 10-20g (T4), con 16.1 tubérculos por planta, por tanto el T3 (formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 31-40g ) concuerda con PUMISACHO, M. 2002. Que indica; la cantidad de tubérculos por planta es una función de número de tallos. A menor densidad de tallos causa menor competencia. En tal caso se obtiene un número grande de tubérculos por tallo, pero se reduce el número de tubérculos por unidad de área.

#### **E. RENDIMIENTO POR CATEGORÍAS (KG/PLANTA)**

Los datos registrados para rendimiento de la categoría 1 (>60g) (Cuadro 23).

**CUADRO 23.** RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA 1 (>60g) (Kg/PLANTA)

Tratamientos	Código	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	A1B1	0,09	0,21	0,36	0,66	0,22
T2	A1B2	0,24	0,18	0,15	0,57	0,19
T3	A1B3	0,21	0,23	0,14	0,58	0,19
T4	A2B1	0,21	0,31	0,16	0,68	0,23
T5	A2B2	0,18	0,22	0,11	0,51	0,17
T6	A2B3	0,11	0,10	0,18	0,39	0,13

Elaboración: Tacuri, J. 2011.

Los datos registrados para rendimiento de la categoría 2 (40g – 59g) (Cuadro 24).

**CUADRO 24.** RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA 2 (40g – 59g) (Kg/PLANTA)

Tratamientos	Código	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	A1B1	0,15	0,25	0,14	0,54	0,18
T2	A1B2	0,18	0,17	0,16	0,51	0,17
T3	A1B3	0,19	0,20	0,15	0,54	0,18
T4	A2B1	0,18	0,27	0,19	0,64	0,21
T5	A2B2	0,14	0,17	0,17	0,48	0,16
T6	A2B3	0,08	0,15	0,13	0,36	0,12

Elaboración: Tacuri, J. 2011.

Los datos registrados para rendimiento de la categoría 3 (20g – 39g) (Cuadro 25).

**CUADRO 25.** RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA 3 (20g – 39g) (Kg/PLANTA)

Tratamientos	Código	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	A1B1	0,15	0,10	0,08	0,34	0,11
T2	A1B2	0,14	0,15	0,16	0,46	0,15
T3	A1B3	0,15	0,14	0,15	0,44	0,15
T4	A2B1	0,20	0,14	0,16	0,50	0,17
T5	A2B2	0,13	0,10	0,21	0,44	0,15
T6	A2B3	0,16	0,12	0,15	0,42	0,14

Elaboración: Tacuri, J. 2011.

Fuente: Datos registrados, 2011.



Los datos registrados para rendimiento de la categoría 4 (<20g) (Cuadro 26).

**CUADRO 26.** RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA 4 (<20g) (Kg/PLANTA)

Tratamientos	Código	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	A1B1	0,05	0,01	0,01	0,07	0,02
T2	A1B2	0,03	0,05	0,05	0,13	0,04
T3	A1B3	0,05	0,04	0,05	0,14	0,05
T4	A2B1	0,02	0,02	0,02	0,06	0,02
T5	A2B2	0,02	0,01	0,04	0,07	0,02
T6	A2B3	0,02	0,02	0,04	0,08	0,03

Elaboración: Tacuri, J. 2011.

El análisis de varianza para rendimiento por categorías (Kg/planta) (Cuadro 27)

**CUADRO 27.** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO POR CATEGORÍAS (Kg/PLANTA)

Fuente de variación	GL	CUADRADOS MEDIOS PARA RENDIMIENTO POR CATEGORÍA (Kg/PLANTA)							
		CATEGORÍA 1 (>60g)		CATEGORÍA 2 (40g – 59g)		CATEGORÍA 3 (20g – 39g)		CATEGORÍA 4 (<20g)	
		Cal	Sign	Cal	Sign	Cal	Sign	Cal	Sign
<b>Bloques</b>	2	0.99	ns	3.81	ns	1.65	ns	0.98	ns
<b>FACTOR A</b>	1	1.29	ns	0.54	ns	0.90	ns	7.18	ns
<b>ERROR A</b>	2								
<b>FACTOR B</b>	2	0.85	ns	4.43	ns	0.18	ns	1.96	ns
<b>A*B</b>	2	0.26	ns	4.54	*	2.23	ns	0.85	ns
<b>Error B</b>	8								
<b>TOTAL</b>	17								
<b>Media</b>		0.19		0.17		0.14		0.03	
<b>CV %</b>		45.51		15.89		20.02		42.55	

Elaboración: Tacuri, J. 2011.

Fuente: Datos registrados, 2011.

ns: No significativo.

\* : Significativo.

### **1. Categoría 1 (>60g)**

En el análisis de varianza para la categoría 1 (>60g) (Cuadro 27), no presentaron diferencias significativas, para las formulaciones (Factor A), pesos de minitubérculos (Factor B) e interacciones (A \* B).

El coeficiente de variación fue 45.51%.

### **2. Categoría 2 (40 – 59g)**

En el análisis de varianza para la categoría 2 (40 – 59g) (Cuadro 27), presentó diferencia significativa para la interacción (A\*B). No presentaron diferencia significativa, para las formulaciones (Factor A) y pesos de minitubérculos (Factor B).

El coeficiente de variación fue 15.89%.

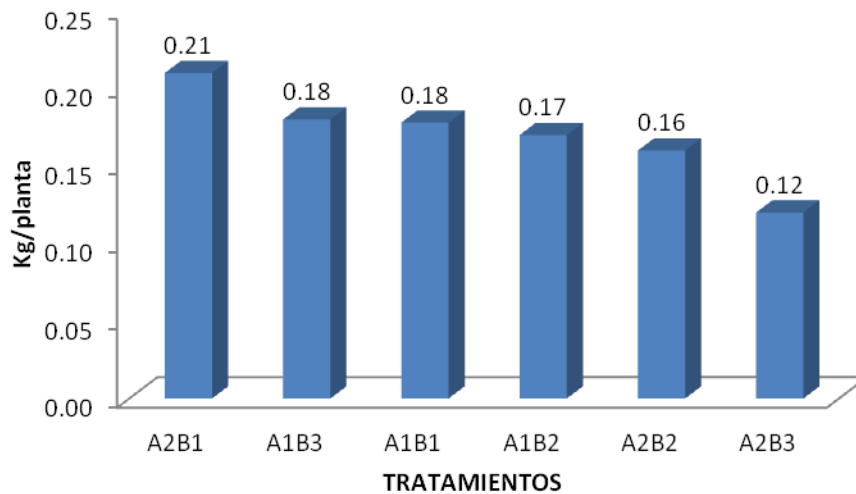
En la prueba de Tukey al 5% para la categoría 2 (40-59g) (kg/planta) según las formulaciones (Factor A) vs Pesos de minitubérculos (Factor B) (Cuadro 28; Gráfico 4) presentaron cuatro rangos. En el rango “A” se ubicó la formulación Convencional + Ankor-Flex con peso de minitubérculo entre 10-20g (T4) con media de 0.21 kg/planta. En el rango “AB” se ubicaron la formulación convencional con peso de minitubérculo entre 31-40g (T3), formulación convencional con peso de minitubérculo entre 10-20g (T1) y formulación convencional con peso de minitubérculo entre 21-30g (T2) con una media de 0.18, 0.18 Y 0.17 kg/planta respectivamente. En el rango “BC” se ubicó la formulación convencional + Ankor-Flex con peso de minitubérculo entre 21-30g (T5) con una media de 0.16 número de tubérculos/planta. En el rango “C” se ubicó la formulación convencional + Ankor-Flex con peso de minitubérculo entre 31-40g (T6) con una media de 0.12 número de tubérculos/planta.

**CUADRO 28.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA 2 (40-59g) (Kg/PLANTA)

TRATAMIENTOS	CODIGO	MEDIAS	RANGO
4	A2B1	0.21	A
3	A1B3	0.18	AB
1	A1B1	0.18	AB
2	A1B2	0.17	AB
5	A2B2	0.16	BC
6	A2B3	0.12	C

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.

**Fuente:** Datos registrados, 2011.



**GRÁFICO 4.** RENDIMIENTO DE LA CATEGORÍA 2 (40-59g) (Kg/PLANTA)

En el gráfico 4 se observa que el rendimiento de la categoría 2 (40-59g) (Kg/planta) para la formulación Convencional +Ankor-Flex y peso de minitubérculo entre 10-20g (T4), supera el 14.29% con la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 31-40g (T3), 15.24% con la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 10-20g (T1), 19.05% con la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 21-30g (T2), 23.81% con la formulación Convencional + Ankor-Flex y peso de minitubérculo entre 21-30g (T5) y 42.86% con la formulación Convencional + Ankor-Flex y peso de minitubérculo entre 31-40g (T6).

### 3. Categoría 3 (20 – 39g)

En el análisis de varianza para la categoría 3 (20 – 39g) (Cuadro 27), no presentaron diferencia significativa, para las formulaciones (Factor A), pesos de minitubérculos (Factor B) e interacciones (A \* B).

El coeficiente de variación fue 20.02%.

### 4. Categoría 4 (<20g)

En el análisis de varianza para la categoría 4 (<20g) (Cuadro 27), no presentaron diferencia significativa, para las formulaciones (Factor A), pesos de minitubérculos (Factor B) e interacciones (A \* B).

El coeficiente de variación fue 42.55%.

En la presente investigación la categoría 1 (>60g), categoría 3 (20 – 39g), categoría 4 (<20g) de semillas básica, con las formulaciones (Convencional, Convencional + Ankor-Flex) y pesos de minitubérculos (10 – 20g, 21 – 30g, 31 – 40g), no hubo diferencias estadísticas, El rendimiento fue casi igual con las formulaciones (Convencional y Convencional + Ankor-Flex), esto se debe a que en ambas formulaciones la conductividad eléctrica fue calibrada en 1.62 mmhos/cm y el pH de la solución fue 5.9 y que los requerimientos nutricionales fueron dotadas de acuerdo a la extracción de cultivo 270 kg/ha N, 50 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 320 kg/ha K<sub>2</sub>O, 146 kg/ha Ca, 26 kg/ha Mg; según BADILLO ET, Al. 1997; si comparamos con los niveles de extracción según PUMISACHO, M. 2002, tenemos 220 kg/ha N, 50 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 350 kg/ha K<sub>2</sub>O, 95 kg/ha Ca, 35 kg/ha Mg, valores que tienen gran similitud entre los autores. Para la categoría 2 (40 – 59g), en la interacción FACTOR A\*B hubo diferencia significativa, donde el tratamiento 4 (A2B1) con 0.21 kg/planta es mejor que otros tratamientos porque al utilizar Ankor-Flex, evitamos que se engrose de forma desigual los tubérculos, según HIDALGO, L. 2011.

## **F. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.**

El tratamiento que presentó menor costo variable fue la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 31-40g (T3), con 12664.35 USD, mientras que la formulación Convencional +Ankor-Flex y peso de minitubérculo entre 10-20g (T4), presentó un mayor costo variable con 18949.05 USD (Cuadro 29)

De acuerdo al beneficio neto de los diferentes tratamientos (Cuadro 30), se determinó que el la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 31-40g (T3), presentó mayor beneficio neto con 20291.72 USD, mientras la formulación Convencional + Ankor-Flex y peso de minitubérculo entre 31-40g (T6), presentó un menor beneficio neto con 12040.80 USD.

Una vez realizada el análisis de dominancia (Cuadro 31), determinamos que el único tratamiento no dominado es T3 (Convencional + pesos entre 31-40g), lo que indica que es el mejor tratamiento que nos da la relación costo beneficio, es decir nuestro costo variable es 12664.35 USD y beneficio neto es 20291.72 USD.

La relación beneficio/costo (Cuadro 31), al ser mayor a 1, nos indican que los ingresos son mayor que los egresos (Viable), al ser igual y menores que 1, los egresos mayores que los ingresos (No viables), es decir que el beneficio neto es mayor que los costos variables con una relación de 1.6 en el tratamiento T3 (Convencional + pesos entre 31-40g) y 1.1 en el tratamiento T2 (Convencional + pesos entre 21-30g), mientras que los de mas tratamientos nos son viables por ser igual y menores a 1.

**CUADRO 29.** CÁLCULO DE LOS COSTOS VARIABLES DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos y códigos		Costo/semilla (ha)	Costo/fertilizante		Costo variable/ha
			Convencional	Convencional + Ankor-Flex	
T1	A1B1	15995.45	2000.71		17996.16
T2	A1B2	13329.55	2000.71		15330.26
T3	A1B3	10663.64	2000.71		12664.35
T4	A2B1	15995.45		2953.60	18949.05
T5	A2B2	13329.55		2953.60	16283.14
T6	A2B3	10663.64		2953.60	13617.23

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011

**CUADRO 30.** PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICIO NETO DEL CULTIVO SEMIHIDROPÓNICO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*) SEGÚN PERRIN *et, Al.*

Tratamientos	* Cat	Rendimiento en kg/ha	Ajustado al 10%	Beneficio de tubérculo (\$/kg)	Beneficio de campo (USD)	Costos variables (USD)	Beneficio Neto (USD)
T1	1	12067.51	10861	1.4	15205.06		
	2	7940.63	7147	1.6	11434.51		
	3	3108.13	2797	2	5594.64		
	4	152.03	137	4	547.32		
TOTAL					<b>32781.53</b>	17996.16	14785.37
T2	1	8595.82	7736	1.4	10830.73		
	2	6929.96	6237	1.6	9979.15		
	3	5540.13	4986	2	9972.24		
	4	478.41	431	4	1722.28		
TOTAL					<b>32504.40</b>	15330.26	17174.14
T3	1	8718.79	7847	1.4	10985.68		
	2	7636.46	6873	1.6	10996.51		
	3	5070.03	4563	2	9126.05		
	4	513.29	462	4	1847.84		
TOTAL					<b>32956.07</b>	12664.35	20291.72
T4	1	11024.46	9922	1.4	13890.81		
	2	9651.72	8687	1.6	13898.48		
	3	5890.94	5302	2	10603.70		
	4	90.58	82	4	326.09		
TOTAL					<b>38719.08</b>	18949.05	19770.03
T5	1	7737.07	6963	1.4	9748.71		
	2	6853.60	6168	1.6	9869.18		
	3	5732.78	5159	2	10319.00		
	4	125.68	113	4	452.44		
TOTAL					<b>30389.33</b>	16283.14	14106.18
T6	1	5373.23	4836	1.4	6770.27		
	2	4629.38	4166	1.6	6666.31		
	3	6291.16	5662	2	11324.09		
	4	249.27	224	4	897.36		
TOTAL					<b>25658.03</b>	13617.23	12040.80

Elaboración: Tacuri, J. 2011.

\* Cat: Categorías

**CUADRO 31.** ANÁLISIS DE DOMINANCIA PARA LOS TRATAMIENTOS.

TRATAMIENTOS Y CÓDIGOS		COSTOS VARIABLES	BENEFICIO NETO/HA	DOMINANCIA	BENEFICIO/ COSTO
T3	A1B3	12664.35	20291.72	ND	1.6
T4	A2B1	18949.05	19770.03	D	1.0
T2	A1B2	15330.26	17174.14	D	1.1
T1	A1B1	17996.16	14785.37	D	0.8
T5	A2B2	16283.14	14106.18	D	0.9
T6	A2B3	13617.23	12040.80	D	0.9

**Elaboración:** Tacuri, J. 2011.



## VI. CONCLUSIONES

- A. La mejor formulación fue la Convencional (A1), en donde las fuentes como: Nitrato de Calcio 0.318 g/L, Nitrato de Amonio 0.082 g/L, Nitrato de Potasio 0.306 g/L y Quelato de Hierro 0.033 g/L, Ácido Fosfórico 0.115ml/L, Fosfato de Monopotasio 0.141 g/L, Sulfato de Magnesio 0.608 g/L, y microelementos (Bórax 0.004 g/L, Sulfato de Manganeso 0.001 g/L, Sulfato de Zing 0.001 g/L, Sulfato de Cobre 0.002 g/L), actuaron de manera positiva de acuerdo a los cálculos realizados.
- B. El rango que obtuvo mayor tasa de multiplicación es el peso de minubérculo entre 31 – 40g (B3) con 19.07 tubérculos por planta, que es superior a los números de tubérculos que se obtienen al nivel de campo, es decir de 12-15 tubérculos por planta.
- C. Según el análisis económico la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 31-40g (T3), obtuvo el mayor beneficio neto con un valor de 20291.72 USD, y un costo variable de 12664.34 USD, mientras que la formulación Convencional + Ankor-Flex y peso de minitubérculo entre 31-40g (T6) obtuvo el menor beneficio neto con un valor de 12040.80 USD con un costo variable de 13617.23 USD. El tratamiento que obtuvo el mejor beneficio/costo con una relación de 1.6 es la formulación Convencional y peso de minitubérculo entre 31-40g (T3).

## VII. RECOMENDACIONES

- A. Realizar la fertirrigación en el cultivo semihidropónico de la papa (*Solanum tuberosum*) bajo invernadero, con: Nitrato de Calcio 0.318 g/L, Nitrato de Amonio 0.082 g/L, Nitrato de Potasio 0.306 g/L y Quelato de Hierro 0.033 g/L en el tanque A; y Ácido Fosfórico 0.115ml/L, Sulfato de Magnesio 0.608 g/L, Fosfato de Monopotasio 0.141 g/L y microelementos (Bórax 0.004 g/L, Sulfato de Manganeso 0.001 g/L, Sulfato de Zing 0.001 g/L, Sulfato de Cobre 0.002 g/L) en el tanque B.
- B. Sembrar los minitubérculos de pesos entre 31-40g, por mayor tasa de multiplicación/planta, 19.07 tubérculos por planta.
- C. Utilizar la formulación convencional y peso de minitubérculo 31 – 40g, por el alto beneficio neto de 20291.72 USD.
- D. Continuar con investigaciones de la formulación Convencional + Ankor – Flex, por el contenido de aminoácidos libres que ayuda a un buen grosor del tallo, color de la hoja y evita el estrés de la planta bajo invernadero.

## **VIII. RESUMEN**

La presente investigación se realizó en el invernadero del Departamento de Horticultura de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, proponiendo: evaluar la eficacia de dos formulaciones nutricionales y tres diferentes rangos de peso de minitubérculos–semilla prebásica en la productividad semi-hidropónico de la papa (*Solanum tuberosum*), cv. Fripapa, bajo invernadero. La metodología utilizada para su desarrollo fue el ADEVA de Parcelas Grandes en arreglo bifactorial, estableciendo parcelas con dos tipos de formulaciones (Convencional vs Convencional + Ankor-Flex), tres rangos de minitubérculos (10 – 20g, 21 – 30g, 31 – 40g) y tres repeticiones. La investigación proporcionó los siguientes resultados: la formulación con mejor porcentaje de emergencia fue la formulación Convencional con media de 71.82% por su mejor grado de solubilidad con la aplicación de ácido fosfórico (líquido) como elemento Fósforo, presentó mejor altura a los 60 días el rango de minitubérculo de 21 – 30g con media de 56.6cm, obtuvo mayor tasa de multiplicación(Número de tubérculos/planta) la formulación Convencional y rango de minitubérculos de 31 – 40g (T3) con 19.07 tubérculos/planta, presentó mayor rendimiento en la categoría 2 (40 – 59g) la formulación Convencional + Ankor-Flex y rango de minitubérculo del 10 – 20g (T4), económicamente la formulación Convencional y rango de minitubérculos de 31 – 40g (T3) presentó mayor beneficio neto 20291.72 USD, se concluye que la mejor formulación es la Convencional por el mejor grado de solubilidad útil para el cultivo semihidropónico de la papa (*Solanum tuberosum*), se recomienda continuar con investigaciones de la formulación Convencional + Ankor-Flex, por el contenido de aminoácidos libres que ayuda a un buen grosor del tallo, color de la hoja y evita el estrés de la planta bajo invernadero.

## **IX. SUMMARY**

The following research was carried out at a greenhouse in the Horticulture Department from ESPOCH, being suggested the evaluation of the effectiveness for two nutritional formulations and three different minituber – prebasic seed weight ranges in the semi-hydroponic potato productivity (*Solanum tuberosum*), cv. Fripapa under greenhouse. The methodology used for its development was ADEVA of big plots under bifactorial setting, establishing in this way two types of formulations (Conventional vs Conventional plus Ankor-Flex), three minituber ranges (10-20g, 21-30g, 31-40g) and three repetitions. It gave the following results: The formulation with a higher rising percentage was the conventional formulation with a middle of 71.82% median because of its great level of solubility with the application of phosphoric acid (liquid form) as an element phosphor, presented a better height, at 60 days the mini tuber range was 21-30g with a median of 56.6cm, it was gotten a higher multiplication rate (Number of tubers per plant) the conventional formulation and minitubercle range was from 31 to 40g (T3) with 19.07 tubercles per plant, presented a higher performance in category 2 from 40 to 59g, the conventional formulation plus Ankor – Flex and minituber range was from 10 to 20g (T4), economically the conventional formulation and minituber ranger was from 31 to 40g and presented a higher profit 20291.72 dollars, It is concluded that the best formulation is the conventional one, due to its level of solubility useful for semi-hydroponic potato crops, it is recommended to carry on research studies about the conventional formulation plus Ankor - Flex, due to free amino acid content which helps to obtain a good stem thickness, leaf color, and avoids the stress of the plant under greenhouse.

## X. BIBLIOGRAFIA.

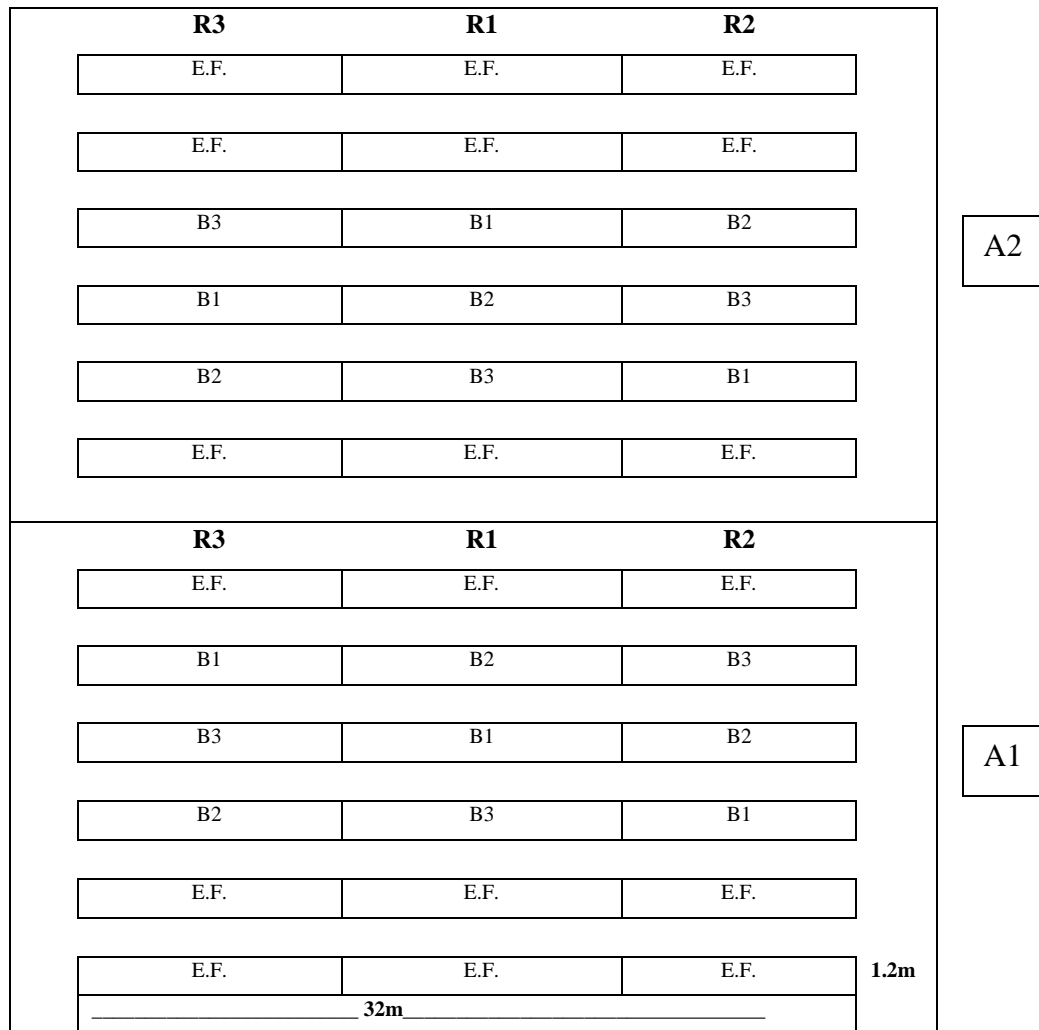
1. AGRIOS, G. 1991. Fitopatología, cuarta edición, editorial limusa, pp. 484
2. BADILLO, ET, AL. 1997. plantación criterios esenciales clave del éxito, COMPO Agro Chile.
3. BENITEZ, J. 2010. Dpto. de Producción de Semillas-INIAP, Quito – Ecuador, Memorias seminario de hidroponía y aeroponía, Riobamba 2010.
4. CANTUARIAS C. 2010. Disponible en: Export Manager Latin America.  
[www.campo.cl](http://www.campo.cl)
5. COSCIA, A. 1976. Economía agraria, editorial hemisferio sur S.R.L. Buenos Aires – Argentina, pág. 119.
6. DASILVA, R. 2002. “Teorías de la administración” Editores Internacional Thomson, S. A. de C. V. Pag 20. Disponible en:  
<http://www.promonegocios.net/administracion/definicion-eficacia.html>.
7. FAO, 2010. Material micropropagativo y minitubérculos de papa *Solanum* spp. disponible [http://www.ippc.int/file\\_uploaded/1279108379K8217S\\_ISPM33\\_2010](http://www.ippc.int/file_uploaded/1279108379K8217S_ISPM33_2010)
8. FERTIDEG, 2011. Las Ventajas del Fósforo Soluble, disponible en: [http://www.Fertilizando.com/articulos Fertirrigacion%20 %20Las%20Ventajas%20del%20Fosforo% 20Soluble.asp](http://www.Fertilizando.com/articulos/Fertirrigacion%20%20Las%20Ventajas%20del%20Fosforo%20Soluble.asp)
9. GÁLVEZ, A. 2001. Producción de Papa (*Solanum tuberosum* L) con la técnica de Cultivo de Tejidos Vegetales, disponible en:  
[http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort01/Ponencia\\_05.pdf](http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort01/Ponencia_05.pdf)

10. HIDALGO, L. 2011. Aminoácido, Ankor-Flex, inicio, producción y desarrollo.
11. HOFFMAN, J. (1999), “Cap. 1: “Evaluación y construcción”, Mediação, Porto Alegre. Disponible en: [http://educacion.idoneos.com/index.php/Evaluaci%C2%BFQu%C3%A9\\_significa\\_evaluar%3F](http://educacion.idoneos.com/index.php/Evaluaci%C2%BFQu%C3%A9_significa_evaluar%3F). Consultado: 2010\_06\_17
13. HOLDRIGE, 1982. Ecología Traducido del inglés al español por Jiménez, Costa-Rica. IICA. Pág. 216.
14. HOWARD, M. 1997. Cultivos hidropónicos, 4ta. Edición, editorial mundi-prensa, Barcelona-España, 51-54pp.
15. INFOJARDIN, 2009. [http://articulos.infojardin.com/arboles/Nomenglaturation\\_botanica](http://articulos.infojardin.com/arboles/Nomenglaturation_botanica)
16. JARDINERADIGITAL, 2008. <http://www.jardineriadigital.com/capacitacion/cultivo-hidroponico.php>
17. KILLIAN, Z. 2004 “Planificación y control de la producción” Obtenido en: <http://www.monografias.com/trabajos11/veref/veref.shtml>. Consultado 05-07-2010
18. LLANOS, H. 2001. Formulaciones Comerciales, Formulas completas Bogotá D.C, Colombia, disponible en: <http://www.drcalderolabs.com/hidroponicos/soluciones>
19. MONTESDEOCA, F. 2005. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de Papa de Calidad
20. POLANIA, N. 2011. Nutrición vegetal mediante aminoácidos exógenos

21. POLANIA, N. 2010. Nutrición Vegetal Mediante Aminoácidos Exógenos, Memorias seminario de hidroponía y aeroponía, Riobamba 2010.
22. POLO, G. 2004. Diccionario de terminología ambiental, primera edición, Loja - Ecuador, 182pp
23. PUMISACHO, M. 2002. El cultivo de papa en el Ecuador. INIAP. 36, 76 – 80pp.
24. LIBUY, W. 2006. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad papa. Disponible en [www.sqm.com](http://www.sqm.com)
25. TYLER, RALPH (1973), “INTRODUCCIÓN Cap. 1”, en: Principios básicos del currículo, Troquel, Buenos Aires. Disponible en:  
[http://educacion.idoneos.com/index.php/Evaluaci%C3%B3n/%C2%BFQu%C3%A9\\_significa\\_evaluar%3F](http://educacion.idoneos.com/index.php/Evaluaci%C3%B3n/%C2%BFQu%C3%A9_significa_evaluar%3F). Consultado:2010-06-17
26. VALADÉZ, 1997. Cultivos semihidropónicos. Disponible en:  
[http://www.hidrocultivo.com.mx/cultivo\\_semihidroponico.html](http://www.hidrocultivo.com.mx/cultivo_semihidroponico.html)
27. YANEZ, W. 2011. Fitomejoramiento, EsPOCH – Riobamba.
28. WILSOR Y SCHWORZ, 1990. Memorias seminario de hidroponía y aeroponía, Riobamba 2010.

**XI. ANEXOS.**

**ANEXO 1. ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO.**



- A1:** Fertilizantes convencionales (con sales)
- A2:** Fertilizantes convencionales + Ankor-flex (Sales + Aminoácidos)
- B1:** 10 – 20 gr
- B2:** 21 – 30 gr
- B3:** 31 – 40 gr
- R1:** Repetición 1
- R2:** Repetición 2
- R3:** Repetición 3
- EF:** Efecto Borde



ANEXO 2. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA POMINA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
LABORATORIO DE SUELOS

Nombre del remitente: CONPAPA

Fecha de ingreso: 17/03/2011  
Fecha de salida: 29/03/2011  
Ubicación de la muestra: Departamento de Horticultura Licán  
Nombre del sector: Parroquia  
Cantón: Riobamba  
Provincia: Chimborazo

RESULTADOS E INTERPRETACION DEL ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE SUELOS

Identificación	pH								
Pomina	8.9 Alc								Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) < 0.2 no salino

CODIGO	
N / Neutro	A / alto
Ac / Acido	M / medio
L.Ac / Ligeramente Acido	B / bajo

  
Ing. Mario E. Oñate A.  
DIRECTOR DPTO SUELOS

  
Ing. Elizabeth Pachacama Ch.  
TECNICO DE LABORATORIO

### ANEXO 3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS MINITUBÉRCULOS

#### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

1. ORIGEN MUESTRA
2. NOMBRE DEL SOLICITANTE: Ing. Luis Hidalgo
3. PROCESAMIENTO DE MUESTRAS  
Desinfección superficial y obtención de extracto.
4. CODIFICACIÓN DE MUESTRAS:  
T1. Tubérculo (papa)
5. RESULTADOS

Muestra	Diluciones	ufc / ml
T1	1/1000	$1.1 \times 10^6$
T1	1/10000	$3.3 \times 10^6$
T1	1/10000	$8.0 \times 10^7$

#### Tubérculos:

Sintomatología: Tubérculos con epidermis arrugada.

Agentes: Nematodos

Población: 3 muestras en 10 ml de extracto.

Agentes: Bacterias

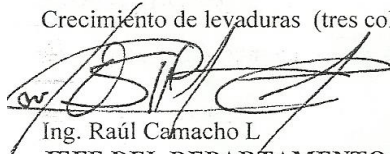
Sintomatología: Tubérculos con exudados en los haces vasculares en forma de gotas mucosas.

Colonias de *Pseudomonas* sp. : Bacilos gramnegativos, aeróbicos. Colonias brillantes de borde continuo y centro opaco, en medio AN.

Colonias de *Xanthomonas* sp. Bacilos gramnegativos. Colonias amarillo claro, brillante, circulares consistencia gelatinosa y poco crecimiento, abundante mal olor, en AN.

#### 6. OBSERVACIONES

Crecimiento de levaduras (tres colonias) en la dilución 1/10000.



Ing. Raúl Camacho L.



JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. ESPOCH

**ANEXO 4. PROMEDIO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA**

<b>N°</b>	<b>8:00 AM</b>	<b>% HR</b>	<b>13:00 PM</b>	<b>% HR</b>
1	14	75	35	35
2	14	75	35	35
3	15	70	37	30
4	16	65	36	25
5	15	70	36	30
6	15	70	35	30
7	14	75	35	35
8	3	85	31	45
9	15	70	37	30
10	14	75	38	35
11	8	80	36	40
12	18	55	38	15
13	13	75	35	35
14	15	70	36	30
15	13	75	32	35
16	12	75	30	35
17	18	55	28	15
18	5	80	35	40
19	12	75	35	35
20	10	70	38	30
21	13	75	49	35
22	10	80	35	40
23	14	75	38	35
24	13	75	36	35
25	15	70	32	30
26	16	70	35	30
27	16	70	35	30
28	16	70	30	30
29	15	70	30	30
30	13	75	30	35
31	16	70	30	30
<b>Promedio</b>	<b>13</b>	<b>72</b>	<b>35</b>	<b>32</b>
<b>Temperatura promedio (°C)</b>				<b>24°C</b>
<b>Humedad promedio (%)</b>				<b>52%</b>

**Fuente:** Datos registrados en el invernadero