

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA –USAC-
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE -CUNOC-
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.
CARRERA DE AGRONOMÍA.



**“EVALUACIÓN DE FRECUENCIAS DE RIEGO Y
PRODUCTOS HIDROSOLUBLES, PARA LA
PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA DE PAPA
(*Solanum tuberosum*), BAJO CONDICIONES
CONTROLADAS, EN EL -ICTA- OLINTEPEQUE,
QUETZALTENANGO”**

MYNOR ESTUARDO YAX.

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE 2,015.

ÍNDICE.

CONTENIDO	PÁGINAS.
RESUMEN -----	
I. INTRODUCCIÓN-----	1
II. OBJETIVOS -----	2
2.1.- General -----	2
2.2.- Específicos -----	2
2.3.- Hipótesis -----	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA -----	4
3.1.- El cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) en Guatemala-----	4
3.2.- Generalidades del cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) -----	4
3.3.- Características de la variedad Loman -----	5
3.4.- Semilla pre básica de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) -----	5
3.5.- La Fertirrigación -----	6
3.6.- Fertilización al cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) -----	7
3.7.- Descripción de los Fertilizantes evaluados -----	11
3.8.- Coeficiente de correlación para altura y rendimiento de Tubérculos-----	17
3.9.- Tipos de suelo -----	17
3.10.- Resultados de trabajos de investigación realizados en Papa -----	18
IV.- MATERIALES Y MÉTODOS -----	20
4.1.- Descripción del área experimental -----	20
4.2.- Metodología -----	20
4.3.- Manejo Agronómico -----	24
V.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS -----	27
5.1.- Análisis de Varianza a las variables de respuesta -----	27

5.2.- Análisis Económico -----	40
VI.- CONCLUSIONES -----	42
VII.- RECOMENDACIONES -----	43
VIII.- BIBLIOGRAFÍA -----	44
IX.- ANEXOS -----	48

ÍNDICE DE CUADROS.

CUADRO.	PÁGINA.
1.- Elementos del hidrosoluble Hakaphos® Rojo 18-18-18 -----	11
2.- Elementos del hidrosoluble Hakaphos® Violeta 13-40-13 -----	12
3.- Elementos del hidrosoluble Fertimix 20-20-20 -----	13
4.- Elementos del hidrosoluble Fertimix 9-45-15 -----	14
5.- Elementos del hidrosoluble Raizal 400 Foliar (9-45-11) -----	15
6.- Elementos del hidrosoluble K-Fol Foliar 0-20-55 -----	16
7.- Elementos del hidrosoluble MAP 12-61-0 -----	16
8.- Diseño de los tratamientos (frecuencias de riego por fertilizantes) -----	21
9.- Clasificación de los tubérculos-semilla por categoría -----	23
10.- ANDEVA Rendimiento en número total de los tubérculos semilla -----	27
11.- Prueba de medias a los fertilizantes, Rendimiento en número -----	28
12.- ANDEVA Peso total de los tubérculos semilla Kg/m ² -----	30
13.- ANDEVA Número de tubérculos semilla/m ² adecuado -----	32
14.- ANDEVA Tasa de multiplicación -----	34
15.- Prueba de medias a la interacción, Tasa de multiplicación -----	36
16.- Coeficiente de Correlación, Altura de la planta y Rendimiento -----	38
17.- Resumen de los resultados, presupuestos parciales -----	41

ÍNDICE DE FIGURAS.

	PÁGINA.
1.- Rendimiento en número total de los tubérculos semilla -----	29
2.- Peso total de los tubérculos semilla Kg/m ² -----	31
3.- Número de tubérculos semilla/m ² adecuado para el campo -----	33
4.- Tasa de multiplicación -----	37
5.- Diagrama de dispersión correlación de variables -----	39

ÍNDICE DE ANEXOS.

CUADRO.	PÁGINA.
1. Rendimiento en número total de los tubérculos por categoría/m ² -----	48
2. Peso total de los tubérculos Kg/m ² -----	49
3 Número de tubérculos semilla/m ² adecuado para el campo -----	50
4. Tasa de multiplicación -----	51
5. Altura de la planta -----	52
6. Costos relevantes (Mano de obra) -----	53
7. Costos relevantes (Fertilizantes solubles) -----	54
8. Rendimiento ajustado (Presupuestos parciales) -----	55
9. Estimación del beneficio bruto y neto (Presupuestos parciales) -----	56
10. Análisis de dominancia (Presupuestos parciales) -----	57
11. Tasa de Retorno Marginal (Presupuestos parciales) -----	58
12. Análisis de Residuos (Presupuestos parciales) -----	58
13. Precio de campo de los productos hidrosolubles y jornal -----	59
14. Estimación del precio de campo de la papa -----	59
15. Croquis del diseño experimental -----	60
16. Fotografías de las actividades realizadas en el campo -----	61

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.

ANDEVA.	Análisis de varianza en estadística es una colección de modelos estadísticos.
B.	Boro (elemento químico de la tabla periódica).
Ca.	Calcio (elemento químico de la tabla periódica).
CIP.	Centro Internacional de la Papa.
Cl.	Cloro (elemento químico de la tabla periódica).
Cm³.	Centímetros cúbicos (unidad de volumen).
Cu.	Cobre (elemento químico de la tabla periódica).
CUNOC.	Centro Universitario de Occidente.
Fe.	Hierro (elemento químico de la tabla periódica).
Foliar.	Procedente del latín <i>fōlĭum</i> , <i>fōlĭi</i> es el órgano vegetativo y generalmente aplanado de las plantas vasculares.
Gr.	Gramo (unidad de masa del Sistema Cegesimal de Unidades)
Ha.	Hectárea (medida de superficie, equivalente a 10,000 metros cuadrados).
ICTA.	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. (Institución gubernamental).
In vitro.	Se refiere a realizar un determinado experimento en un tubo de ensayo, en un ambiente controlado de organismos vivos.
K.	Potasio (elemento químico de la tabla periódica).
Kg.	Kilogramo (unidad básica de masa del Sistema Internacional de Unidades).
L.	Litro (unidad de volumen del Sistema Internacional de Unidades).
M.	Metro (unidad de longitud del Sistema Internacional de Unidades).
M².	Metro cuadrado (unidad básica de superficie en el Sistema Internacional de Unidades).
MAP.	Fosfato Mono amónico (fertilizante altamente concentrado en nitrógeno y fósforo).
Mg.	Magnesio (elemento químico de la tabla periódica).
Mn.	Manganeso (elemento químico de la tabla periódica).

Mo.	Molibdeno (elemento químico de la tabla periódica).
Msnm.	Metros sobre el nivel del mar (elevación de altura en metros sobre el nivel del mar).
N.	Nitrógeno (elemento químico de la tabla periódica).
NPK.	Nitrógeno, fósforo y potasio (elementos químicos primarios).
P.	Fósforo (elemento químico de la tabla periódica).
PH.	Potencial de Hidrógeno (es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución).
S.	Azufre (elemento químico de la tabla periódica).
Tm.	Toneladas métricas (unidad de medida masa del Sistema Métrico Decimal).
USAC.	Universidad de San Carlos de Guatemala.
Var.	Variedad (es en Biología un rango taxonómico, que ahora se utiliza sólo en la Botánica).
Zn.	Zinc (elemento químico de la tabla periódica).
%.	Porcentaje (una cantidad dada como una fracción en 100 partes. Tanto por ciento).
π.	Pi (es la decimosexta letra del alfabeto griego. Tiene un valor de 80 (π') en el sistema de numeración griega).
r².	Radio al cuadrado (el radio de un círculo normalmente siempre es la mitad del diámetro).

TÍTULO.

“EVALUACIÓN DE FRECUENCIAS DE RIEGO Y PRODUCTOS HIDROSOLUBLES, PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum*), BAJO CONDICIONES CONTROLADAS, EN EL - ICTA- OLINTEPEQUE, QUETZALTENANGO”



RESUMEN.

La producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es una de las actividades agrícolas de gran importancia para la población de Guatemala específicamente para la región del occidente del país. Un aspecto determinante en este cultivo es la posibilidad de reproducir este tubérculo modificado, a través de semilla pre básica bajo ambiente controlado de organismos vivos, en materiales -In vitro- adentro de un tubo de ensayo, de donde procede las plántulas para el proceso de semilla certificada, que en la actualidad está teniendo importancia en los laboratorios a nivel mundial. Actualmente el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- está produciendo semilla pre básica de papa con el mismo sistema de reproducción.

La investigación presenta los resultados que se recopilaron en el desarrollo de la evaluación frecuencias de riego y productos hidrosoluble, para la producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum*), que se llevó a cabo bajo condiciones controladas por invernadero, instalado en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- Olinstepeque, Quetzaltenango.

Se estableció un ensayo experimental con un arreglo de Parcelas Divididas, distribuidas en Bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones, cuatro tratamientos (frecuencias de riego) y siete sub tratamientos (fertilizantes solubles), las aplicaciones se hicieron en uno, dos, tres y cinco veces por semana, los fertilizantes solubles utilizados fueron las siguientes formulas Fertimix (20-20-20), Hakaphos violeta (13-40-13), K-Fol (0-20-55), Hakaphos rojo (18-18-18), -MAP- (12-61-0), Raizal (9-45-11) y Fertimix (9-45-15) a una dosis recomendada por la casa comercial, en un periodo de fertirriego de 75 días desde la siembra hasta la defoliación.

Las variables de respuestas fueron rendimiento en número total de tubérculos semilla por categoría/m², peso total de los tubérculos semilla Kg/m², número de tubérculos semilla/m² adecuado para el campo definitivo, tasa de multiplicación, y una correlación entre altura de la planta y rendimiento; además se realizó un análisis económico a través del método de presupuestos parciales y se concluyó que el mayor rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m², lo presentó el fertilizante soluble 20-20-20 al producir 406 tubérculos semilla/m², superando a los demás tratamientos evaluados, ningún tratamiento evaluado presentó diferencia significativa en peso total de los tubérculos semilla kg/m² en la variedad loman, así como la mejor tasa de multiplicación lo presentó la interacción frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble 20-20-20 al producir un rendimiento de 15 tubérculos semilla por planta, superando a los demás tratamientos evaluados, se determinó que la altura de la planta influyó directamente en el rendimiento en número total de los tubérculos semilla categoría/m², al

presentar una correlación positiva de 0.4355% en la interacción frecuencia de riego todos los días con el fertilizante 20-20-20, y la mayor rentabilidad para la producción de semilla pre básica de papa bajo condiciones protegidas, lo presentó la interacción frecuencia de riego martes y jueves con el fertilizante soluble 9-45-15 al producir un residuo de Q 160.68 superando a los demás tratamientos evaluados. Por lo que según a las conclusiones enjuiciadas se recomienda lo siguiente utilizar la frecuencia de riego martes y jueves con el fertilizante soluble 9-45-15 a una dosis de 5 gramos/litro de agua en 0.11m² ya que ésta interacción presentó la mayor rentabilidad para en la producción de semilla pre-básica de papa, bajo condiciones controladas, además se recomienda utilizar la frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble 20-20-20, a una dosis de 5 gramos/litro de agua en 0.11m², para obtener una tasa de multiplicación de 15 tubérculos semilla por planta.

I. INTRODUCCIÓN.

La papa (*Solanum tuberosum*), es originaria de la región andina de Sudamérica específicamente del Perú es un cultivo importante a nivel mundial, su producción es a gran escala, según el Centro Internacional de la Papa –CIP- se estima que su promedio de área cultivada oscila entre los 22 millones de hectáreas, con rendimientos de 13.3 tm/ha. (11).

En Guatemala se siembra alrededor de 14,000 hectáreas (13), una gran parte se produce en las regiones del altiplano occidental del país, su comercialización ha beneficiado a la economía nacional, por lo que muchos productores viven de la producción de éste cultivo.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-, Labor Ovalle, ha contribuido al desarrollo del agricultor en proporcionar nueva tecnología en la producción de semilla mejorada, siendo la única institución gubernamental que se dedica a innovar la producción de semilla de papa, a través de diferentes métodos de producción en laboratorio, invernadero y campo abierto. La metodología que el -ICTA- ha utilizado es el sistema de secuencia el cual consiste en producir plantas in- vitro, en un ambiente protegido (laboratorio), posteriormente son trasplantadas en condiciones controladas (invernadero) de donde se extrae la semilla pre básica, la que finalmente es llevada a campo definitivo.

Una de las prácticas que el -ICTA- utiliza en el manejo agronómico durante la producción de semilla en condiciones controladas, es la etapa de fertilización ésta se realiza a través de la fertirrigación, utilizando normalmente productos hidrosolubles, la misma se realiza tres veces por semana, con este manejo de la nutrición, el rendimiento obtenido, en promedio ha sido de 3 a 4 tubérculos semilla por plántula, utilizando el producto soluble tradicional MAP 12-61-0.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- decidió experimentar con más frecuencias de riego y nuevos productos hidrosolubles, para incrementar los rendimientos que anteriormente se han alcanzado en número total de tubérculos semilla por planta, así como en peso por kilogramo; fue por ello que se realizó el estudio evaluación de frecuencias de riego y productos hidrosolubles, para la producción de semilla pre básica de papa, bajo condiciones controladas; y lograr una diferencia significativa en la producción de semilla y generar tecnología que beneficie al sistema de producción de semilla pre básica de papa.

II. OBJETIVOS.

2.1. General.

2.1.1. Generar tecnología apropiada para la producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum Variedad Loman*) bajo condiciones controladas, en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- Olinstepeque, Quetzaltenango.

2.2. Específicos.

2.2.1. Determinar el rendimiento en número total de los tubérculos semilla categoría/m² de la variedad Loman, en los diferentes tratamientos evaluados.

2.2.2. Determinar el peso total de los tubérculos semilla kg/m² en la variedad Loman, en los diferentes tratamientos evaluados.

2.2.3. Determinar la tasa de multiplicación de la variedad Loman en los diferentes tratamientos evaluados.

2.2.4. Determinar la correlación entre altura de la planta y rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m², en los diferentes tratamientos evaluados.

2.2.5. Determinar al tratamiento que produzca la mayor rentabilidad para la producción de semilla pre básica de papa, bajo condiciones controladas.

2.3. HIPÓTESIS.

2.3.1. Hipótesis Nula (Ho).

1. La variedad de papa Loman produce igual rendimiento en número total de los tubérculos semillas por categoría en metros cuadrados, en los diferentes tratamientos evaluados.
2. La variedad de papa Loman produce igual peso total de los tubérculos semilla kg/m² en los diferentes tratamientos evaluados.
3. La variedad de papa Loman produce igual tasa de multiplicación, en los diferentes tratamientos evaluados.
4. La variedad de papa Loman no produce rentabilidad en ninguno de los tratamientos evaluados, para la producción de semilla pre básica bajo condiciones controladas.

2.3.2. Hipótesis Alternativa (Ha).

1. Al menos una de las frecuencias de riego y productos hidrosolubles aplicados produce un rendimiento en número total de los tubérculos semillas por categoría en metros cuadrados significativo, en los diferentes tratamientos evaluados.
2. Al menos una de las frecuencias de riego y productos hidrosolubles aplicados produce un peso total de los tubérculos semillas kg/m² significativo, en los diferentes tratamientos evaluados.
3. Al menos una de las frecuencias de riego y productos hidrosolubles aplicados produce una tasa de multiplicación significativa, en los diferentes tratamientos evaluados.
4. Al menos un tratamiento produce rentabilidad en la producción de semilla pre básica de papa, en los diferentes tratamientos evaluados.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1. EL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*) EN GUATEMALA.

El cultivo de la papa en Guatemala ésta principalmente en manos de pequeños productores. El número de familias involucradas en el mismo está entre 112,000 y 140,000 familias. El área aproximada de siembra es de 14,000 ha (no existen datos oficiales recientes). El área dedicada al cultivo se ha incrementado entre 30% y 40% en los últimos años, debido a que no se han producido recientemente grandes fluctuaciones en los precios. (13).

Los principales departamentos productores son: Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá y Quiché en el altiplano occidental; Chimaltenango y Guatemala en el altiplano central, la montaña de Jalapa en la parte Oriental; Alta y Baja Verapaz en el norte de la república. Los departamentos que más producen son Huehuetenango, San Marcos y Quetzaltenango.

Los rendimientos obtenidos por los productores guatemaltecos varían de acuerdo a las áreas de producción. En las áreas marginales, en donde hay problemas de suelo y que están a alturas de más de 3,000 msnm., se obtienen rendimientos de 5 tm/ha, mientras en las áreas favorecidas (con sistema de riego y suelos francos) se obtienen rendimientos de 30 tm/ha. La producción nacional es de aproximadamente 13.3 tm/ha. Con dicha producción se cubren además los mercados de Centro América y Sur de México. La demanda potencial a nivel nacional para la papa y sus derivados no se conoce con exactitud. Si se toma en cuenta que las cantidades exportadas se han mantenido estables en los últimos años. (13).

3.2. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*).

3.2.1. Clasificación botánica.

Reino: Plantae.
División: Magnoliophyta.
Clase: Magnoliopsida.
Subclase: Asteridae.
Orden: Solanales.
Familia: Solanaceae.
Género: Solanum.
Especie: S. Tuberosum. (17).

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD LOMAN.

La variedad Loman se adapta bien a altitudes entre 1,700 a 2,500 msnm. La planta alcanza alturas entre 0.60 a 0.70 metros, con tallos erectos, follaje verde oscuro y por lo regular no florea. Los tubérculos son alargados y ligeramente planos, de color amarillo crema en su interior. El ciclo del cultivo es de 90 a 100 días. Es susceptible al daño por Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

Y su rendimiento de 20 a 30 tm ha⁻¹. Es la variedad más cultivada en Guatemala.

- El ciclo del cultivo de la siembra a la cosecha demora de 85-90 días.
- La producción en peso es de 20 a 30 toneladas por hectárea.
- Su calidad como alimento es buena y tiene demanda para la industria de frituras.
- Es susceptible a la enfermedad Tizón Tardío “Argeño”. (18).

3.4. SEMILLA PRE BÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum*).

3.4.1. Descripción de la Semilla pre básica de papa.

Entre los cultivos alimenticios de importancia, la papa es un rubro prioritario en la zona andina. Se propaga vegetativamente, asegurando la conservación de características varietales durante generaciones sucesivas. Lo anterior es ventajoso es un programa de mejoramiento genético, teniendo como desventaja que el tubérculo-semilla favorece la diseminación de enfermedades sistemáticas si no se tiene en cuenta el control de calidad en un programa de producción de este insumo. Por consiguiente, en un programa de producción de tubérculos-semilla, se necesitan técnicas de micro-propagación in vitro para producir una gran cantidad de plántulas genéticamente idénticas, partiendo del cultivo de meristemos o yemas. Estos procesos facilitan la obtención de plantas madres que pueden dar origen a otras libres de patógenos. Mediante las técnicas de multiplicación rápida en los invernáculos se busca incrementar los volúmenes de tubérculos-semilla, permitiendo al agricultor el uso de material de alta calidad genética, fisiológica y sanitaria. Así se garantiza el verdadero potencial de las variedades comerciales y los clones avanzados del programa de mejoramiento genético. (22)

3.4.2. Semilla pre-básica y cultivo de tejidos.

Uno de los cultivos con más requerimientos tecnológicos para la producción de semillas es la papa, porque está expuesto al ataque de numerosos organismos patógenos como hongos, bacterias y virus. El principio de cultivo de tejido es simple; primero, es necesario aislar una parte de la planta (ex plante); segundo, proveer al ex plante de un medio ambiente apropiado (medio de cultivo adecuado y en condiciones físicas propias de la especie) en el cual pueda expresar su potencial intrínseco o inducido, partiendo de un stock de plantas de sanidad probada.

Éstas son multiplicadas asépticamente bajo una cámara de flujo laminar, se seccionan segmentos de tallos provistos de una yema axilar, son transferidos a recipientes de vidrio (250 Cm³) con medio fresco de cultivo, los recipientes son sellados con tapas auto clavables y cintas de parafilm.

Los medios de cultivo, utilizados para el manejo de meristemos y micro propagación de papa, están constituidos principalmente por:

- Sales de Murashige y Skoog
- Vitaminas.
- Reguladores de crecimiento.
- Agar. (22).

3.4.3. Trasplante a invernáculos.

Los invernáculos deben desinfectarse completamente empleando cloro, cal, azufre fungicidas e insecticidas, entre otros productos, y servir de receptáculo a las pequeñas plantas, una vez que han alcanzado un desarrollo óptimo. Luego se procede a la siembra de estas plantas en camas, canteros o macetas que contienen el sustrato (mezcla de fibra de coco, tierra negra y arena) en proporción 2:1:1.

Inmediatamente después de la siembra, se requiere proteger las plantas con tela blanca para evitar la deshidratación por la incidencia de los rayos del sol y crear un clima propicio para el desarrollo de las mismas. (22).

3.5. LA FERTIRRIGACIÓN.

La fertirrigación es una técnica que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego. Se trata por tanto de aprovechar los sistemas RLAF (Riegos Localizados de Alta Frecuencia) para aplicar los nutrientes necesarios a las plantas. A pesar de utilizarse en múltiples sistemas RLAF, la técnica de la fertirrigación está totalmente extendida en el caso del riego por goteo. (10).

3.5.1. El uso de la fertirrigación aporta ventajas considerables.

- El agua y los nutrientes quedan perfectamente localizados en la zona de absorción de las raíces.
- Se pueden establecer diferentes planes de fertilización en consonancia con el estado fenológico del cultivo o en función de las curvas de absorción de los nutrientes.
- Posibilidad de corregir rápidamente cualquier deficiencia nutritiva del cultivo.
- Utilización de aguas de baja calidad agronómica. Este es un aspecto muy importante a considerar, ya que con un buen manejo y los conocimientos necesarios, podemos utilizar aguas de baja calidad (Conductividad eléctrica superiores a 3 dS/m).

- Alta dependencia del cultivo al sistema de riego y por tanto mayor control sobre el cultivo. Podremos aumentar o disminuir la velocidad de crecimiento según interese. También, podremos utilizar técnicas de RDC (Riego Deficitario Controlado).
- Todas las anteriores redundan en un uso más racional del agua y los fertilizantes. Una incidencia directa sobre la capacidad productiva del cultivo. Respeto del medio ambiente y un mínimo impacto ambiental.

Aunque la definición de fertirrigación queda suficientemente explicada en el anterior texto, queda mencionar que básicamente existen dos métodos de fertirrigación. (10)

3.5.1.1. Fertirrigación cuantitativa.

Este modelo está basado en calcular las necesidades nutritivas en función de distintos parámetros: número de plantas, edad, superficie foliar, tipo de suelo, área, consumo de nutrientes, etc. Una vez calculados los requerimientos, se introducen en el sistema de riego para aportarlos. (10)

3.5.1.2. Fertirrigación proporcional.

Es un modelo más utilizado en cultivos sin suelo e hidropónico. Consiste en inyectar una cantidad determinada de fertilizantes por un volumen de agua determinado. Por ejemplo: gramos por litro o litro por metro cúbico. Este ejemplo se refiere a concentración de fertilizantes en agua; en hidropónico suelen utilizarse unidades de concentración tales como: ppm/l, mmol/l o meq/l (partes por millón y litro, mili moles por litro o mili equivalentes por litro). (10)

3.6. FERTILIZACIÓN AL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*).

3.6.1. Elementos primarios.

3.6.1.1. Fertilización Nitrogenada.

Contiene solo el macro elemento nitrógeno (N) siendo el principal elemento de desarrollo en la papa, influye en los rendimientos.

- Deficiencia de Nitrógeno: plantas raquíticas y pequeñas, tallos débiles, hojas angostas de color verde claro.
- Importancia fisiológica el nitrógeno es un elemento indispensable en la formación de albuminas vegetales, las que forman tallos vigorosos y abundantes hojas, con los que se tendrá buena superficie de asimilación, los que son elementos indispensables para producir almidón y un buen tubérculo.
- Exceso de nitrógeno, las dosis altas en aplicaciones tardías traen como consecuencia la maduración tardía. (17).

3.6.1.2. Fertilización Fosfórica (P₂O₅).

Contiene ácido fosfórico (P₂O₅) que favorece el crecimiento rápido de la planta e interviene en la maduración de los tubérculos y participa en la formación de los azúcares y almidón.

- Deficiencia de P₂O₅: follaje encrespado de color verde oscuro opaco, hojas rígidas, plantas con menor desarrollo.
- Importancia fisiológica: participa en los fenómenos metabólicos y energéticos.
- El metabolismo de los hidratos de carbono es regulado en la planta por los fosfatos ricos en energía, teniendo el P₂O₅ una importante participación en la formación de azúcares y almidón; favoreciendo la maduración del tubérculo. (17).

3.6.1.3. Fertilización Potásica (K₂O).

Este tipo de fertilizante solamente contiene potasa u óxido de potasio (K₂O). Este elemento afecta la formación de almidón y eleva los rendimientos del cultivo.

- Síntomas por deficiencia: plantas achaparradas, entrenudos cortos, hojas con color verde azulado con algunas manchas cloróticas entre las nervaduras, las que se harán más tarde necróticas.
- Importancia fisiológica: desempeña funciones específicas en el metabolismo, es importante en la síntesis de azúcares y del almidón. Traslada este último de las hojas a las partes subterráneas en forma de glucosa influyendo específicamente en el peso del tubérculo. (17).

3.6.2. Elementos secundarios.

3.6.2.1. Calcio (Ca).

El calcio es un elemento estructural que forma parte de la pared celular, integrando los pectatos de calcio, en la lamela media. Una buena parte de este elemento se encuentra en la planta al interior de las vacuolas, donde precipita como oxalato de calcio. Su deficiencia produce una inhibición del crecimiento de los brotes y del ápice de las raíces.

El calcio junto al fósforo es muy importante al inicio del crecimiento del cultivo, especialmente en el desarrollo de raíces. Un adecuado contenido de calcio inicial en las raíces determinan un adecuado crecimiento y mejora la selectividad parcial de iones, en el proceso de absorción de nutrientes desde el suelo. Así se evita parcialmente, por ejemplo, la toxicidad por aluminio.

Niveles tóxicos de calcio en las plantas no se reportan, este es un elemento químico pro biótico por excelencia. Es un elemento no móvil en la planta, niveles bajos en el suelo pueden favorecer la aparición de pie negro, enfermedad producida por la bacteria *Erwinia carotovora*. (23).

3.6.2.2. Magnesio (Mg).

Este elemento forma parte integral de la molécula de clorofila. Es un nutriente móvil en la planta. Su deficiencia produce una clorosis internerval de las hojas basales, debido a su translocación hacia las hojas superiores.

La papa es un cultivo especialmente sensible a la deficiencia de este elemento al igual que el maíz. Excesos de magnesio que puedan producir toxicidad por este elemento no se reportan en la literatura. Su deficiencia se puede inducir por desbalance en el suelo por aplicaciones excesivas de potasio o de calcio, por exceso de encalado. (23).

3.6.2.3. Azufre (S).

Elemento esencial, activador enzimático, interviene en el metabolismo del nitrógeno. Su deficiencia produce clorosis generalizada y es muy poco móvil en la planta. (23).

3.6.3. Micronutrientes.

3.6.3.1. Hierro (Fe).

Su deficiencia se caracteriza por una marcada clorosis internerval parecida a la del magnesio pero en las hojas jóvenes. En suelos muy ácidos se puede transformar en un elemento tóxico. La diferencia de Fe puede producirse en suelos con pH mayor de 7,6. (23)

3.6.3.2. Manganeso (Mn).

La deficiencia de este elemento sigue la misma dinámica que el hierro, es decir, en suelos de pH ácido, se puede producir toxicidad de este elemento y en suelos de pH alcalino se produce deficiencia. La carencia de manganeso se manifiesta como una clorosis internerval en hojas viejas o jóvenes. Este micro elemento es un activador enzimático. (23).

3.6.3.3. Boro (B).

Este elemento puede ser deficiente en suelos de pH ácido (trumaos, rojo arcilloso) su deficiencia produce la desintegración de los tejidos internos como en tallos. El boro es inmóvil en la planta. Favorece la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico en las flores. (23).

3.6.3.4. Zinc (Zn).

La carencia de zinc produce hojas pequeñas y arrosietadas, con escasa longitud de los entrenudos. Los márgenes de las hojas muchas veces se presentan deformadas y arrugadas. Este elemento ayuda en la formación del Ácido Indol Acético. Además, es un activador enzimático. Un exceso de fósforo puede inducir una deficiencia de zinc. (23).

3.6.3.5. Cobre (Cu).

Este elemento presenta una dinámica similar al zinc y manganeso; la deficiencia de este elemento en papa no es frecuente, pero los síntomas pueden manifestarse como plantas de un verde muy oscuro, retorcido y deformado. (23).

3.6.3.6. Molibdeno (Mo).

Su deficiencia produce una clorosis internerval que aparece primero en las hojas más viejas y va progresando hacia las más jóvenes.

Este síntoma se puede producir de preferencia al usar una fuente de nitrógeno nítrica debido, a que el molibdeno actúa como co-factor enzimático en la nitrato-reductasa. En suelos trumaos puede manifestarse como elemento deficitario. (23).

3.6.3.7. Cloro (Cl)

La deficiencia es muy poco común en papa, pero su toxicidad puede ser más frecuente en suelos con elevada salinidad. Sin embargo, en la zona sur es muy poco probable una toxicidad de cloro, debido a que este elemento es lavado fácilmente por las lluvias del invierno. Su deficiencia produce marchitez de las hojas. (23).

3.7. DESCRIPCIÓN DE LOS FERTILIZANTES EVALUADOS.

3.7.1. Hidrosoluble Hakaphos® Rojo 18-18-18.

Es un abono soluble NPK ideal para la floración y crecimiento equilibrado de todo tipo de cultivos debido a su relación equilibrada en nitrógeno, fósforo y potasio para primeras fases de desarrollo. (19).

a) Composición Química.

Cuadro 1. Elementos del Hidrosoluble Hakaphos® Rojo 18-18-18.

Elemento.	Contenido. %
Nitrógeno Total (N)	18.000
Nitrógeno Nítrico (N)	9.900
Nitrógeno Amoniacal (N)	8.000
Pentóxido de fósforo soluble en Citrato Amónico neutro y agua. (P ₂ O ₅)	18.000
Óxido Potásico soluble en agua.	18.00
Magnesio (MgO)	1.000
Anhídrido Sulfúrico (SO ₃)	2.000
Manganeso (Mn)	0.050
Zinc (Zn)	0.020
Boro (B)	0.090
Hierro (Fe)	0.050
Cobre (Cu)	0.020
Molibdeno (Mo)	0.001
pH en solución 150g/l	4.300
Ingredientes inertes	20.57
Total	100%

Fuente: Fase de campo y de Gabinete. ICTA, Labor Ovalle.

b) Presentación comercial del producto.

2 libras y 100 Libras. Fórmula recomendada para la floración y el crecimiento equilibrado del cultivo.

c) Dosis de aplicación.

Solución de 2 libras en 200 litros de agua mezclado en un tonel y de 2 gramos para un litro de agua. (19).

3.7.2. Hidrosoluble Hakaphos® Violeta 13-40-13.

Es un abono soluble NPK Ideal para enraizamiento con un elevado contenido en fosforo para necesidades iniciales y de floración de los cultivos. (19).

a) Composición Química.

Cuadro 2. Elementos del Hidrosoluble Hakaphos® Violeta 13-40-13.

Elemento.	Contenido. %
Nitrógeno (N)	13.000
Nítrico más Amoniacal	13.000
Fósforo (P ₂ O ₅)	40.000
Potasio (K ₂ O)	13.000
Magnesio (MgO)	0.400
Anhídrido Sulfúrico (So ₃)	0.050
Manganeso (Mn)	0.050
Zinc (Zn)	0.015
Boro (B)	0.010
Hierro (Fe)	0.050
Cobre (Cu)	0.020
Molibdeno (Mo)	0.001
pH en Solución 150 g/l	4.300
Ingredientes inertes	16.100
Total	100%

Fuente: Fase de campo y de Gabinete. ICTA, Labor Ovalle.

b) Presentación comercial del producto.

En bolsas de 2 libras de 100 libras.

c) Dosis de aplicación.

Solución de 2 libras en 200 litros de agua mezclado en un tonel y de 2 gramos para un litro de agua. (19).

3.7.3. Hidrosoluble Fertimix 20-20-20.

El 20-20-20 es un fertilizante soluble en agua utilizado como alternativa en cualquier etapa de desarrollo, para corregir deficiencias nutricionales de difícil identificación de macro y micro nutrientes, se puede utilizar para cualquier cultivo. Contiene una relación balanceada de macro y micronutrientes. Además, es un producto de alta pureza, totalmente soluble en agua y está completamente libre de sales fitotóxicas de sodio. (2).

a). Composición Química.

Cuadro 3. Elementos del Hidrosoluble Fertimix 20-20-20.

Elemento.	Contenido. %
Nitrógeno Total (N)	20.000
Fósforo Asimilable (P ₂ O ₅)	20.000
Potasio Soluble (K ₂ O)	20.000
Magnesio (Mg)	0.110
Boro (B)	0.0250
Manganeso (Mn)	0.0450
Molibdeno (Mo)	00.010
Zinc (Zn)	00.070
Hierro (Fe)	00.050
Ingredientes inertes	39.690
Total	100%

Fuente: Fase de campo y de Gabinete. ICTA, Labor Ovalle.

b). Presentación comercial del producto.

En bolsas de 1 kilogramo y sacos de 100 libras.

c). Dosis de aplicaciones.

Es soluble en agua (NPK) puede suministrar las necesidades de nutrientes de la planta de manera rápida y eficazmente, puede ser utilizado como aplicaciones foliares o de riego directo al suelo. La dosis depende de la fase de desarrollo de la planta y el estado de los suelos. (2).

3.7.4. Hidrosoluble Fertimix 9-45-15.

La fórmula 9-45-15 es un fertilizante foliar inorgánico que se aplica directamente al suelo (fertirriego) que se caracteriza por ser una fórmula alta en fosforo diseñada para estimular la brotación de yemas, raíces, tallos y hojas; además modera la resistencia enfermedades y la producción de los cultivos. Es considerado una composición enriquecida en Fosforo ideal para el crecimiento rápido de cultivos en especial follaje y raíz. Puede aplicarse solo o mezclado con la mayoría de los pesticidas y otros fertilizantes. Las mezclas con productos a base de cobre pueden causar fitotóxicidad a la planta. (2)

a). Composición Química.

Cuadro 4. Elementos del Hidrosoluble Fertimix 9-45-15.

Elemento.	Contenido. %
Nitrógeno Total (N)	09.00
Fósforo Asimilable (P ₂ O ₅)	45.00
Potasio Soluble (K ₂ O)	15.00
Magnesio (MgO)	0.18
Boro (B)	0.03
Cobre (Cu)	0.03
Manganeso (Mn)	0.05
Molibdeno (Mo)	0.01
Zinc (Zn)	0.07
Hierro (Fe)	00.59
Ingredientes activos	30.04
Total	100%

Fuente: Fase de campo y de Gabinete. ICTA, Labor Ovalle.

b). Presentación comercial del producto.

En bolsa de 1 kilogramo y en sacos de 100 libras. Recomendado para cultivos que se desee aumentar el follaje y la vigorosidad del fruto.

c). Dosis de aplicaciones.

Aplicar en el sistema de riego en las cantidades necesarias para obtener los niveles de nutrición y terminar la aplicación por lo menos 1/2 hora antes del programa de riego. Disolver en agua en una relación de 1kg x 400 lts de agua y para cantidades menores utilizar 1 cucharada sopera (15 gramos) x cada 3 galones de agua. Aplicar directamente al suelo. (2)

3.7.5. Hidrosoluble Raizal 400 Foliar (9-45-11).

Raizal 400 es un fertilizante foliar de fórmula completa, recomendado para completar y corregir deficiencias nutricionales de diferentes cultivos. Raizal 400, contiene Nitrógeno, Fósforo y Potasio, además de elementos secundarios y menores que conjuntamente con sus agentes penetrantes e ingredientes de compatibilidad hacen de este producto un fertilizante foliar de máxima asimilación y rápida penetración a las plantas. Se aplica de forma soluble en suficiente cantidad de agua para lograr un buen cubrimiento del follaje, aplíquese con equipos terrestres o aéreos a la dosis que se indican. (5).

a). Compatibilidad.

Raizal 400 es compatible con insecticidas y fungicidas agrícolas, pudiendo aplicarse conjuntamente.

b). Fitotóxicidad.

No presenta fitotóxicidad, cuando se utiliza a las dosis recomendadas.

c). Composición Química.

Cuadro 5. Elementos del Hidrosoluble Raizal 400 Foliar (9-45-11).

Elemento.	Contenido. %
Nitrógeno total (N)	9.00
Fósforo (P ₂ O ₅)	45.00
Potasio (K ₂ O)	11.00
Magnesio (Mg)	0.60
Azufre (S)	0.80
Fitohormonas.	3.00
Ingredientes inertes.	30.60
Total	100%

Fuente: Fase de campo y de Gabinete. ICTA, Labor Ovalle.

d). Presentación comercial del producto.

En bolsas de 1 kilogramo, de 10 kilogramos y de 100 libras.

e). Dosis de aplicación.

Solución de 1,000 gramos en 200 litros de agua y de 2 gramos por litro de agua. Aplicación foliar o directa al suelo. (5)

3.7.6. Hidrosoluble K- Fol foliar 0-20-55.

K – FOL se aplica de forma soluble (aérea o terrestre) disuelto en suficiente cantidad de agua para obtener un buen cubrimiento de la planta. (5).

Compatibilidad: K-FOL es compatible con la mayoría de agroquímicos; sin embargo, es conveniente hacer una prueba antes de hacer una mezcla definitiva.

Fitotóxicidad: No presenta fitotóxicidad, cuando se utiliza a las dosis sugeridas.

a). Composición Química.

Cuadro 6. Elementos del Hidrosoluble K- Fol foliar 0-20-55.

Elemento.	Contenido.
Fósforo (P ₂ O ₅)	20.00
Potasio (K ₂ O)	55.00
Magnesio (Mg)	0.07
Azufre (S)	0.04
Ingredientes inertes	24.89
Total	100%

Fuente: Fase de campo y de Gabinete. ICTA, Labor Ovalle.

b). Presentación del producto.

En bolsas de 1 kilogramo, 10 kilogramos y 100 libras. Contiene 751.20 gramos de ingrediente Activo por Kilogramo de producto comercial.

c). Dosis de aplicación.

Solución de 1 kilogramo en 210 litros de agua mezclado, para un litro de agua mezclar 2 gramos del producto. (5).

3.7.7. Hidrosoluble MAP 12-61-0.

Fertilizante altamente soluble, alto contenido de Fósforo, ideal para fertirrigación y aplicaciones foliares, seguro de usar, estimula la formación de raíces y crecimiento, da vigor y arranque a las plantas, estimula la Floración. (4)

a). Composición Química.

Cuadro 7. Elementos del Hidrosoluble MAP 12-61-0.

Elemento.	Contenido.
Nitrógeno total	12.00%
Fosfato Mono Amónico	99.50%
Fosforo Disponible	61.00%
Total	100%

Fuente: Fase de campo y de Gabinete. ICTA, Labor Ovalle.

b). Forma de uso.

Suelo, foliar, fertirriego.

c). Otras características.

Indicado para uso fertirriego por goteo en etapas de gran requerimiento de fósforo. Inducción de raíces, brotes y floración.

d). Precauciones.

No mezclar con nitrato de calcio.

e). Dosis de aplicación.

Disolver 1 kilogramo en 200 litros de agua y 2 gramos del soluble en un litro de agua para aplicación foliar y al suelo directo. (4)

3.8. Coeficiente de correlación para altura de la planta y rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m²

- Si $r < 0$ Hay **correlación negativa**: las dos variables se correlacionan en sentido inverso.
- Si $r = -1$ hablaremos de **correlación negativa perfecta** lo que supone una determinación absoluta entre las dos variables (en sentido inverso), existe una relación funcional perfecta entre ambas (una relación lineal de pendiente negativa).
- Si $r > 0$ Hay **correlación positiva**: las dos variables se correlacionan en sentido directo, a valores altos de una le corresponden valores altos de la otra e igualmente con los valores bajos.
- Si $r = 1$ hablaremos de **correlación positiva perfecta**: lo que supone una determinación absoluta entre las dos variables (en sentido directo), existe una relación lineal perfecta (con pendiente positiva).
- Si $r = 0$ se dice que las variables están **incorrelacionadas**: no puede establecerse ningún sentido de covariación. (12).

3.9. Tipos de Suelos.

3.9.1. Suelos Holdridge.

Leslie Holdridge hizo uso primero de un (Sistema Simple para la Clasificación de las Formaciones Vegetales del Mundo), que luego amplió para cambiar el concepto de formaciones vegetales por el de zonas de vida, ya que sus unidades no solo afectaban a la vegetación sino también a los animales y, en general, cada zona de vida representa un hábitat distintivo desde el punto de vista ecológico y en consecuencia un estilo de vida diferente. Las edáficas se dan cuando las condiciones del suelo son más favorables (o menos favorables) que el suelo normal (suelo zonal) para la zona de vida; las atmosféricas aparecen en donde el clima se aparta de lo normal para el sitio; las hídricas ocurren en terrenos encharcados, donde el suelo está cubierto de agua durante todo el año o parte de este. (31).

3.9.2. Suelos Simmons.

Según Simmons son suelos que permiten comprender un drenaje de rápido a moderado, de colores café oscuro a muy oscuro. Es posible encontrar suelos superficiales con textura franco limosa y de consistencia friable. El espesor del suelo superficial posiblemente no sea mayor de 30 centímetros. (24).

3.10. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES REALIZADAS EN PAPA.

3.10.1. Evaluación de cuatro frecuencias de fertirriego en hidroponía para la producción de mini tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*).

Camel Franco Julia M. 2011. Elaboró una investigación de cuatro frecuencias de fertirriego en hidroponía para la producción de mini tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad loman, para la producción de semilla pre básica con calidad fitosanitaria, diagnóstico y servicios desarrollados en el centro experimental docente de agronomía –CEDA-, Universidad de San Carlos de Guatemala. La investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la posibilidad de producir semilla de papa (*Solanum tuberosum* L) Var. Loman, en la Facultad de Agronomía, de manera que posteriormente pudiera ofrecerse al agricultor material vegetal con calidad fitosanitaria.

Se determinó la frecuencia de riego, evaluándose cuatro tratamientos, en los que se realizó la aplicación de fertirriego un día por semana para el T1, dos días a la semana para el T2, tres días a la semana para el T3 y durante toda la semana para el T4. Para uniformizar la humedad del sustrato, en los tratamientos en los que no correspondía la aplicación de solución nutritiva se aplicó agua sin fertilizante. Como resultado de esta evaluación, se logró determinar que las condiciones de clima e instalaciones con las que cuenta la Facultad de Agronomía son aptas para la producción y comercialización de semilla de papa libre de virus y bacterias. El tratamiento tres consistió en la aplicación de fertirriego tres veces a la semana, fue el que presentó los mejores resultados según las variables evaluadas. (9)

3.10.2. Evaluación de diferentes niveles de NPK en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*).

Estrada Franco Rolando A. 1997. Llevó a cabo una Evaluación de la respuesta del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, en la región papera de Quetzaltenango.

En su análisis estadístico indicó que no mostró significancia estadística alguna, lo que en teoría obliga a recomendar el mínimo de dosis de fertilización que en este caso es solo de nitrógeno, y a realizar más investigaciones, implementar el diseño en más número de localidades y ampliar los espacios de exploración en la dosis de fertilización evaluadas. Además del uso de materia orgánica un factor determinante que necesariamente es considerada en futuras investigaciones. (15)

3.10.3. Evaluación de cuatro frecuencias de riego por goteo en la producción de semilla de papa.

Villatoro Jorge. 2002. En su investigación elaborada en Labor Ovalle, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- llevó a cabo la evaluación de 4 frecuencias de riego por goteo para la producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Atlantic, bajo condiciones de invernadero. En el estudio se evaluó frecuencias de riego de uno, dos, tres y cuatro días a la semana. Así también en esta investigación se determinó si alguna de las frecuencias evaluadas mostraba alguna diferencia en cuanto al número de tubérculos por su rendimiento se refiere y determinar cuál de las frecuencias es más eficiente en el uso del riego. Al final llegó a la conclusión que no existió diferencia estadística en el rendimiento y número de tubérculos y que tres frecuencias de riego mostraron que son eficientes en el uso de agua para la producción de semilla básica de papa en condiciones de invernadero. (29).

3.10.4. Evaluación de frecuencias de aplicación de estrés por reducción del pH en una solución de cultivo de vitro plantas de papa (*Solanum tuberosum*).

Velásquez Orozco Edwin R. 2005. Elaboró el estudio en las instalaciones del laboratorio de biotecnología del CIA L-ICTA- una evaluación de frecuencias de aplicación de estrés por reducción del pH en una solución de cultivo de vitro plantas de papa (*Solanum tuberosum* Vr. *Atlantic*) para la inducción de la tuberización.

Las frecuencias o tratamientos evaluados fueron 10, 7, 5, 4, 3, 2,0 veces, en un periodo de cultivo de 100 - 110 días. Las variables de respuesta número de tubérculos, producción de materia seca, en la parte aérea y peso total de los tubérculos. Al final se llegó a la conclusión que el cultivo en solución, sin importar el tratamiento, induce un mejor desarrollo de la planta. El peso seco de la parte área es superior en aquellas plantas cultivadas en solución con respecto al testigo. Además no existió diferencia significativa estadística entre tratamientos para las variables Peso Seco de las raíces y Peso Seco de los Estolones.

Por lo tanto no existe razón para creer que las diferentes frecuencias de modificación del pH son un factor que induzca variación en la respuesta para estas dos variables. El rendimiento en términos de peso total por unidad de producción, es una función de la modificación del pH de la solución en sus diferentes frecuencias de aplicación.

El tratamiento con el mejor desempeño en este sentido es el que se aplica con 7 frecuencias, es decir, cada dos semanas durante el ciclo del cultivo. También se concluyó que sin importar el tratamiento, el cultivo en solución produce tubérculos con un peso promedio (3.30 gr.) inferior al testigo (15.10 gr.), estas diferencias en el peso son significativas estadísticamente. En consecuencia, debe admitirse que el cultivo en solución debe mejorarse para alcanzar niveles aceptables de peso promedio por tubérculo producido. (28)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL.

4.1.1. Localización del área de estudio.

La investigación se realizó en las instalaciones Labor Ovalle, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- municipio de Olinstepeque, Quetzaltenango.

4.1.2. Coordenadas geográficas.

Se ubica en las coordenadas Latitud Norte 14°52'12" y Longitud Oeste 91°30'48". A una altura de 2,380 msnm. Y a una distancia de 3.5 kilómetros de la cabecera departamental de Quetzaltenango. (16).

4.2. METODOLOGÍA.

4.2.1. Descripción del trabajo de investigación.

Se evaluaron cuatro frecuencias de riego y siete productos hidrosolubles (fertilizantes), en la fertirrigación, para la producción de semilla pre básica de papa, bajo condiciones controladas, las aplicaciones de los fertilizantes se hicieron en uno, dos, tres y cinco veces a la semana; en un periodo de 75 días desde la siembra hasta la defoliación de la planta de papa.

4.2.2. Metodología experimental.

Por ser una evaluación Bi factorial de dos componentes de estudio (Frecuencias de riego y fertilizantes solubles), y para dar respuesta a los objetivos e hipótesis planteadas en la presente investigación se utilizó el diseño experimental arreglo de Parcelas Divididas, distribuidas en Bloques completamente al Azar, con cuatro repeticiones, cuatro tratamientos y siete sub tratamientos, utilizando el modelo matemático estadístico. (20).

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + A_j + E_{ij} + B_k + A_{jk} + E_{ijk} \quad (20).$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta de la ijk – esima unidad experimental.

U = Media general.

B_i = Efecto del i -esimo bloque.

A_j = Efecto de la j -esima Frecuencias de riego.

E_{ij} = Error experimental asociado a la parcela grande (Frecuencias).

B_k = Efecto de k - esima productos hidrosolubles.

AB_{jk} = Efecto debido a la interacción de j -esima Frecuencia de riego, con la k -esima productos hidrosolubles.

E_{ijk} = Error experimental asociado a la parcela pequeña (Fertilizante). (20).

4.2.3. Descripción de los tratamientos (parcela grande y pequeña).

**Cuadro 8. Diseño de los tratamientos y dosis.
(Frecuencias de riego por Fertilizantes solubles).**

Dosis recomendada por la Casa comercial según frecuencia de riego.		
Parcela Grande Frecuencias de riego.	Parcela Pequeña Fertilizantes solubles.	Dosis gramos/Litro de agua.
1 día en la semana lunes. Con 9 aplicaciones de riego en un ciclo de riego de 75 días desde la siembra hasta la defoliación.	MAP (12-61-0)	2
	Fertimix (9-45-15)	5
	Fertimix (20-20-20)	5
	K-Fol (20-55-0)	2
	Raizal 400 (9-45-11)	2
	Hakaphos Rojo (18-18-18)	2
	Hakaphos Violeta (13-40-13)	2
2 días en la semana martes y jueves. Con 19 aplicaciones de riego en un ciclo de riego de 75 días desde la siembra hasta la defoliación.	MAP (12-61-0)	4
	Fertimix (9-45-15)	10
	Fertimix (20-20-20)	10
	K-Fol (20-55-0)	4
	Raizal 400 (9-45-11)	4
	Hakaphos Rojo (18-18-18)	4
	Hakaphos Violeta (13-40-13)	4
3 días en la semana lunes, miércoles y viernes. Con 28 aplicaciones de riego en un ciclo de riego de 75 días desde la siembra hasta la defoliación.	MAP (12-61-0)	6
	Fertimix (9-45-15)	15
	Fertimix (20-20-20)	15
	K-Fol (20-55-0)	6
	Raizal 400 (9-45-11)	6
	Hakaphos Rojo (18-18-18)	6
	Hakaphos Violeta (13-40-13)	6
5 días en la semana lunes, martes, miércoles, jueves y viernes. Con 47 aplicaciones de riego en un ciclo de riego de 75 días desde la siembra hasta la defoliación.	MAP (12-61-0)	10
	Fertimix (9-45-15)	25
	Fertimix (20-20-20)	25
	K-Fol (20-55-0)	10
	Raizal 400 (9-45-11)	10
	Hakaphos Rojo (18-18-18)	10
	Hakaphos Violeta (13-40-13)	10

Fuente: Fase de campo y de Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

4.2.4. Unidad Experimental.

La unidad experimental del estudio se formó por dos bolsas plásticas. Las dimensiones de cada bolsa plástica fue de 26 cm.* 26 cm., con una capacidad para soportar 25 libras de suelo esterilizado, el cual representó la función de un recipiente plástico donde se sembró dos semillas de papa de la variedad Loman.

Para determinar el área en metros cuadrados de la unidad experimental, primero se midió la longitud del radio del círculo de la bolsa plástica, seguidamente se utilizó la fórmula para calcular el área del círculo siendo $\text{Área} = \pi * r^2$, y por último se multiplico por dos debido a que se utilizaron dos bolsas dando como resultado lo siguiente: (30).

$$\text{Área es} = \pi (0.13)^2 * 2 = \underline{\underline{0.11 \text{ metros cuadrados/unidad experimental. (30)}}$$

4.2.5. Descripción de las parcelas Experimentales.

4.2.5.1. Parcela bruta.

Estuvo formada por siete parcelas pequeñas o unidades experimentales, cada unidad experimental tuvo un área de 0.11 m² con dos plantas. La distancia entre unidad experimental fue de 26 centímetros, debido a que la siembra de la papa fue a través de bolsas el efecto de borde se eliminó y no se tuvo parcela neta.

4.2.6. Descripción de las variables de respuesta.

4.2.6.1. Rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m².

Se refiere al número total de los tubérculos semilla, clasificados por categoría en base a la tabla del –CIP- en metro cuadrado que se obtuvieron de cada tratamiento evaluado, la información se alcanzó al momento de la cosecha.

4.2.6.2. Peso total de los tubérculos semilla Kg/m².

Se refiere al peso total de los tubérculos semilla que se alcanzaron en los diferentes tratamientos evaluados, expresado en kilogramo por metro cuadrado, se obtuvo inmediatamente después de la cosecha, es importante mencionar que se pesó los tubérculos en gramos para luego hacer la conversión a kilogramos/m².

4.2.6.3. Número de tubérculos semilla/m² adecuados para el campo definitivo.

Se refiere a la selección de los tubérculos semilla por metro cuadrado adecuado para el campo definitivo para cada tratamiento evaluado, según el nivel de sanidad, libre de enfermedad o daños por insectos, por golpes o cualquier otro defecto que pueda afectar la calidad de la semilla de papa, además por el índice de forma dejando excluido a la categoría rechazo toda aquella semilla que pesó menos de 5 gramos.

Para la clasificación de la semilla se utilizó como fuente de apoyo al cuadro de clasificación por categoría del Centro Internacional de la papa -CIP- en base a peso en gramos, como se observa en el cuadro 9. Esta se realizó después de la cosecha.

Cuadro 9. Clasificación de los Tubérculos semilla por categoría.

Categorías.	Peso en Gramos.
Primera	De 16.5 a 23.00
Segunda	De 10.0 a 16.50
Tercera	De 5.00 a 10.00
Cuarta	De 1.00 a 5.00
Quinta	De -1.0 a 1.00

Fuente: Centro Internacional de la Papa (-CIP-). (11).

4.2.6.4. Tasa de multiplicación.

Se refiere al número de tubérculos semilla que una planta de papa produce en los diferentes tratamientos evaluados, esto se determinó dividiendo el número total de tubérculos por categoría que se obtuvo, con el número de plantas de la unidad experimental que fue de 4 plantas por tratamiento. Se realizó al momento de la cosecha.

4.2.6.5. Medición de la altura de la planta de papa.

Se refiere a la medición en centímetros de la altura de la planta desde el nivel del suelo hasta el ápice de la última hoja de la planta. Se realizó a los 75 días después de la siembra, y antes de la defoliación, se midió con una cinta métrica.

4.2.6.6. Costos.

Se refiere a la recopilación y tabulación de los costos que variaron en la producción de semilla pre-básica de papa, bajo condiciones protegidas, que fueron importantes para desarrollar el análisis de presupuestos parciales.

4.2.7. Análisis estadístico.

Las variables de respuesta fueron sometidas al Análisis de Varianza (ANDEVA) las variables que presentaron diferencia estadística significativa se les realizó la prueba de medias por el comparador LSD-Fisher al nivel del 0.05% de probabilidades. (20)

4.2.8. Análisis Económico.

Se realizó a través de un análisis de presupuestos parciales que permite analizar solamente los costos que varían. (21).

$$CV_i = \sum_{j=1}^n PC_{lij} NI_{ij} \quad (21).$$

En donde:

CV_i = Es el costo que varía del i-ésimo tratamiento.

PC_{lij} = Es el precio del j-ésimo insumo empleado en el i-ésimo tratamiento.

NI_{ij} = El nivel de empleo del j-ésimo insumo en el i-ésimo tratamiento. (21).

4.2.9. Análisis de correlación.

Se correlacionaron la altura de la planta y el rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m² (12), esto se realizó para determinar si la altura de la planta influyo en la producción de los tubérculos semilla de papa. Se realizó después de la cosecha al momento de la tabulación de los datos. (Ver cuadro 16).

4.3. MANEJO AGRONÓMICO.

4.3.1. Preparación del sustrato.

Se preparó el sustrato con suelo de invernadero donde se implementó la evaluación, se utilizó un volumen determinado de suelo con las siguientes medidas, se trazó un área de 2.30 metros de ancho, por 4.40 metros de largo, a una profundidad de 0.25 metros para un volumen total de suelo:

$$\underline{V = 2.30 \text{ m.} * 4.40 \text{ m.} * 0.25 \text{ m.} = \mathbf{2.53 \text{ metros cúbicos de suelo.}}$$

Con el suelo preparado, se humedeció con abundante agua para luego desinfectarlo con el ingrediente activo Metam Sodio (Mercenario 51 SL), la dosis que se utilizó fue de 0.0013 Lt/m² en una bomba de 25 litros de agua. Después de la aplicación del producto, se cubrió el área aplicada con un nylon negro grande y se esperó 15 días para que el producto se diluyera en el suelo.

4.3.2. Implementación del diseño experimental.

El área que se utilizó en el invernadero para la evaluación fue de:

$$\underline{\text{Área} = 13.42 \text{ metros de largo} * 2.8 \text{ metros de ancho} = \mathbf{37.58 \text{ metros cuadrados.}}$$

Con suelo completamente esterilizado se llenaron 224 bolsas plásticas que se utilizaron en sustitución de un recipiente plástico.

4.3.3. Siembra.

Se seleccionaron 448 tubérculos semilla de papa, variedad Loman en condiciones adecuadas para el campo definitivo, con doble brote. La siembra se realizó a mano, enterrando dos semillas de papa en cada bolsa de plástico, a una distancia de 0.26 metro entre postura y a una profundidad de 0.15 metro.

4.3.4. Riego.

Se utilizó un vaso de Poli estireno de 200 centímetros cúbicos de agua, se regó en 0.11 m²/unidad experimental, 400 centímetros cúbicos de agua en las 4 plantas de papa de las dos bolsas de plástico.

Se determinó regar a cada tres días a la semana, los días dependieron de la variación de la temperatura adentro del invernadero; pero normalmente fueron lunes, miércoles y viernes.

Se mantuvo este sistema de riego desde el segundo día de la siembra hasta quince días antes de la cosecha. El ciclo del cultivo de la papa duro 75 días.

4.3.5. Fertirrigación.

Se utilizó un vaso de poli estireno de 200 centímetros cúbicos para la fertirrigación. La mezcla fue entre agua + producto hidrosoluble utilizando 100 centímetros para cada bolsa plástica. Se realizó aplicar el fertirriego según la dosis recomendadas por la casa comercial (Ver cuadro 8.).

4.3.6. Calza del cultivo de la papa.

Se realizó tres calzas al cultivo.

- La primera se hizo cuando la planta alcanzó una altura de 15 centímetros a los 30 días después de la siembra.
- La segunda se hizo cuando la planta superó los 20 centímetros de altura a los 45 días después de la siembra.
- La tercera se hizo al momento en que la planta llegó a tener una altura mayor a los 30 centímetros a los 60 días después de la siembra.

4.3.7. Control de plagas.

4.3.7.1. Insectos del follaje.

Se aplicaron dos diferentes insecticidas para el control de plagas en el follaje de la planta siendo los siguientes.

- Monarca 11.25 SE (Beta- Ciflurina + Thiamethoxam) (8), la dosis utilizada fue de 0.010 Lt/m² por bomba de 25 litros de agua.
- Tambo 44 EC (Piretrode Profenofor-Cypermethrin) insecticida organofosforado (27), la dosis utilizada fue de 0.013 Lt/m² por bomba de 25 litros de agua.

Las aplicaciones de los insecticidas se hicieron en intervalo de 15 días mezclado con un fungicida.

4.3.7.2. Enfermedades del Follaje.

Se aplicaron tres diferentes fungicidas para el control de enfermedades del follaje siendo los siguientes.

- Acrobat MZ 69 WP (Mancoseb + Dimetomorf) (1), la dosis utilizada fue de 0.007 Kg/m², por bomba de 25 litros de agua.
- Forum 15 DC (Dimethomorph) (7), la dosis utilizada fue de 0.013 Lt/m², por bomba de 25 litros de agua.
- Dithane NT 80 WP (Mancoseb) (14), la dosis utilizada fue de 0.013 Lt/m², por bomba de 25 litros de agua.

Las aplicaciones de los fungicidas se hicieron en intervalo de 15 días en mezcla con un insecticida.

4.3.7.3. Enfermedades del tubérculo semilla.

Se aplicaron dos diferentes fungicidas para el control de enfermedades en el tubérculo semilla siendo los siguientes.

- Miragefe 75 WP (Folpet 60% y Prochloraz 15%) (3), la dosis utilizada fue de 0.006 Kg/m² por bomba de 25 litros de agua.
- Mertec ® 45 SC (Tiabendazol) (26), la dosis utilizada fue de 0.013 Lt/m², por 25 litros de agua.

Las aplicaciones de estos fungicidas se hicieron en intervalo de 15 días, repitiendo después de la calza.

4.3.8. Tutorado de la planta de papa.

Al cumplir los 50 días de crecimiento y con una altura superior a los 40 centímetros se decidió tutorar la planta, utilizando estacas y pita plástica rodeando por completo a todas las plantas de la papa para evitar que se inclinará por su peso y altura.

4.3.9. Defoliación de la planta de papa.

Se aplicó un herbicida de contacto para defoliar a la planta al cumplir 75 días después de la siembra, cuando presentó madurez fisiológica; el ingrediente activo del producto quemante utilizado fue Gramoxone® (Paraquat) (25), la dosis utilizado fue de 0.020 Lt/m² según lo recomendado por la casa comercial.

4.3.10. Cosecha y registro de datos.

Se realizó la cosecha de los tubérculos semilla a los 90 días y se recopiló los datos en campo de acuerdo a las variables de estudio planteadas según los tratamientos evaluados.

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

5.1. Análisis de Varianza a las variables de respuesta.

5.1.1. Rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m²

El cuadro 10, podemos indicar que la interacción frecuencia de riego por fertilizante no existió diferencia significativa, lo que nos indica que no hubo relación entre ellos, que son independientes entre ambos, como lo explica el Dr. Dercio Barbin (6), quien menciona que Si la prueba de F de una interacción da resultado no significativo, concluimos que los factores son independientes, esto es, el comportamiento de un factor independiente de la variación (ausencia o presencia) de otro factor. Las conclusiones por separado para uno y otro factor son válidas. Con respecto a las otras variables, podemos deducir que solamente existió diferencia estadística significativa para los productos (fertilizantes); en base a esto se concluye que por lo menos un producto es superior al resto.

Se tiene un coeficiente de variación de 24.14% un valor alto debido a la heterogeneidad de los materiales hidrosolubles que se utilizaron, a la variación de la humedad relativa, así como la dosificación que se manejó para cada unidad experimental.

Cuadro 10. Análisis de varianza variable de respuesta. Rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m².

FV	GL	SC	CM	F calculada	F 5% Tabulada	Significancia
Bloques	3	20290.75	6763.58	0.99	3.86	NS
Frecuencia	3	84456.89	28152.30	0.73	3.86	NS
Error A	9	347356.04	38595.12			
Fertilizante	6	189256.36	31542.73	4.63	2.23	*
Interacción F*H	18	218039.86	12113.33	1.78	1.79	NS
Error B	72	490529.21	6812.91			
Total	111	1349929.11				
C.V. %	24.14%					

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

* = Significancia al 0.05% de probabilidades NS = No Significancia.

Al existir diferencia significativa entre fertilizantes se realizó la prueba de medias por el comparador LSD-Fisher al nivel del 0.05%. En el cuadro 11, se observa que se formaron tres grupos estadísticos “A” “B” y “C”, siendo el grupo “A” el de mayor rendimiento sobre los otros dos, al producir 406 tubérculos semilla/m² para el fertilizante soluble 20-20-20, seguido de 379 tubérculos semilla/m² para el fertilizante 9-45-15 y 349 tubérculos semilla/m² para el tradicional MAP 12-61-0.

Los rendimientos alcanzados se debieron principalmente a la dosis que se manejaron, que fue de 5 gramos/litro de agua en 0.11 m² para los fertilizantes 20-20-20 y 9-45-15, en comparación al resto de solubles que la dosis utilizada fue de 2 gramos/litro de agua en 0.11 m², sin embargo es la dosis recomendada por la casa comercial.

La presencia de nitrógeno, fósforo y potasio de forma equilibrada en el fertilizante soluble 20-20-20 hizo la diferencia entre los demás solubles, ya que su fórmula balanceada beneficio al crecimiento y desarrollo de la planta, sabiendo que los tres macro elementos son esenciales para corregir deficiencias nutricionales de forma directa al suelo como en la planta, por su relación en NPK (4).

La importancia de nitrógeno fue indispensable para la brotación de yemas y la propagación de hojas que son los principales sintetizadores de la fotosíntesis, proceso químico determinante en la producción de azúcares y almidón. (17).

Los elementos fósforo y potasio también son importantes para la elaboración de azúcares y almidón (17), con la diferencia del elemento potasio que es fundamental para trasladar de las hojas a los tubérculos la energía transformada en azúcar y almidón en forma de glucosa influenciando en el peso del tubérculo (17).

La fórmula 18-18-18 es otro fertilizante que posee su relación equilibrada en NPK, sin embargo es un producto hidrosoluble ideal para favorecer el proceso de floración (19), lo que en la variedad Loman no fue relevante, pues no es un material que llega a esa etapa, pero sin embargo fue importante comparar este material con 20-20-20, pues los dos poseen un equilibrio en NPK en su fórmula, pero la diferencia en rendimiento entre estos dos fue la dosis de aplicación.

Cuadro 11. Prueba de medias por el comparador LSD-Fisher al nivel del 0.05% a los Fertilizantes solubles, para la variable Rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m².

Fertilizantes solubles.	Medias.	Significancia.		
20-20-20	406	A		
9-45-15	379	A	B	
12-61-0	349	A	B	
13-40-13	334		B	
K-Fol	333		B	
18-18-18	328		B	
Raizal	264			C

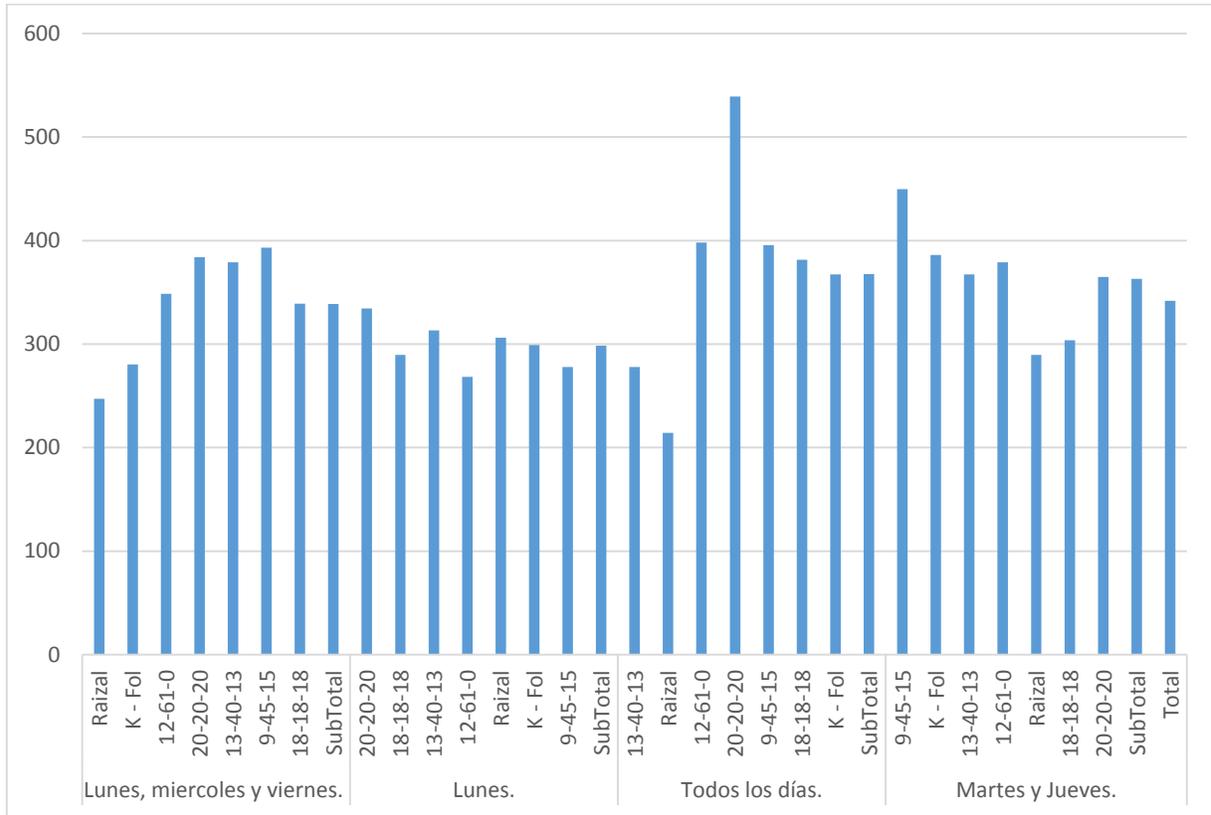
Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

LSD- Fisher 0.05% DMS = 58.17406.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 1.

Rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m² en la Evaluación de frecuencias de riego y productos hidrosolubles, para la producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* Var. Loman).



Fuente: Fase de campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

La figura 1, muestra la media de los resultados alcanzados para la variable Rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m², a pesar esta nos indica que en las diferentes frecuencias de riego, el fertilizante 20-20-20 siempre fue superior al resto de tratamientos. Se observa que la mejor media obtenida en el estudio fue el fertilizante soluble 20-20-20 al producir 539 tubérculos semilla por categoría/m², siendo la de mayor rendimiento, comparado con el fertilizante Raizal que produjo 214 tubérculos semilla por categoría/m² haciendo una diferencia real entre ambos tratamientos de 325 tubérculos semilla por categoría/m², pero esto no lo captó el análisis de varianza (ANDEVA), porque no fue lo suficientemente preciso o quizá otro factor lo limitó. Por lo que es posible seguir haciendo más estudios.

5.1.2. Peso total de los tubérculos semilla kg/m².

El Cuadro 12, muestra el análisis de varianza practicado para la variable de respuesta Peso total de los tubérculos semilla Kg/m².

Se observa en la interacción frecuencias de riego por fertilizante que no existió diferencia significativa estadística lo que indica que no hubo relación entre factores, que todos los tratamientos estadísticamente son iguales para esta variable.

Las otras variables (frecuencia de riego y fertilización) se deduce que no existió diferencia estadística significativa, lo que indica que para la variable peso Kilogramo por metro cuadrado, todos los tratamientos fueron similares.

Se tiene un coeficiente de variación de 21.08% indicando la heterogeneidad y variabilidad que existió entre los materiales solubles que se manejaron, la diferencia de dosis y la humedad relativa que influenciaron el manejo del diseño.

Cuadro 12. Análisis de varianza variable de respuesta. Peso total de los tubérculos semilla Kg/m².

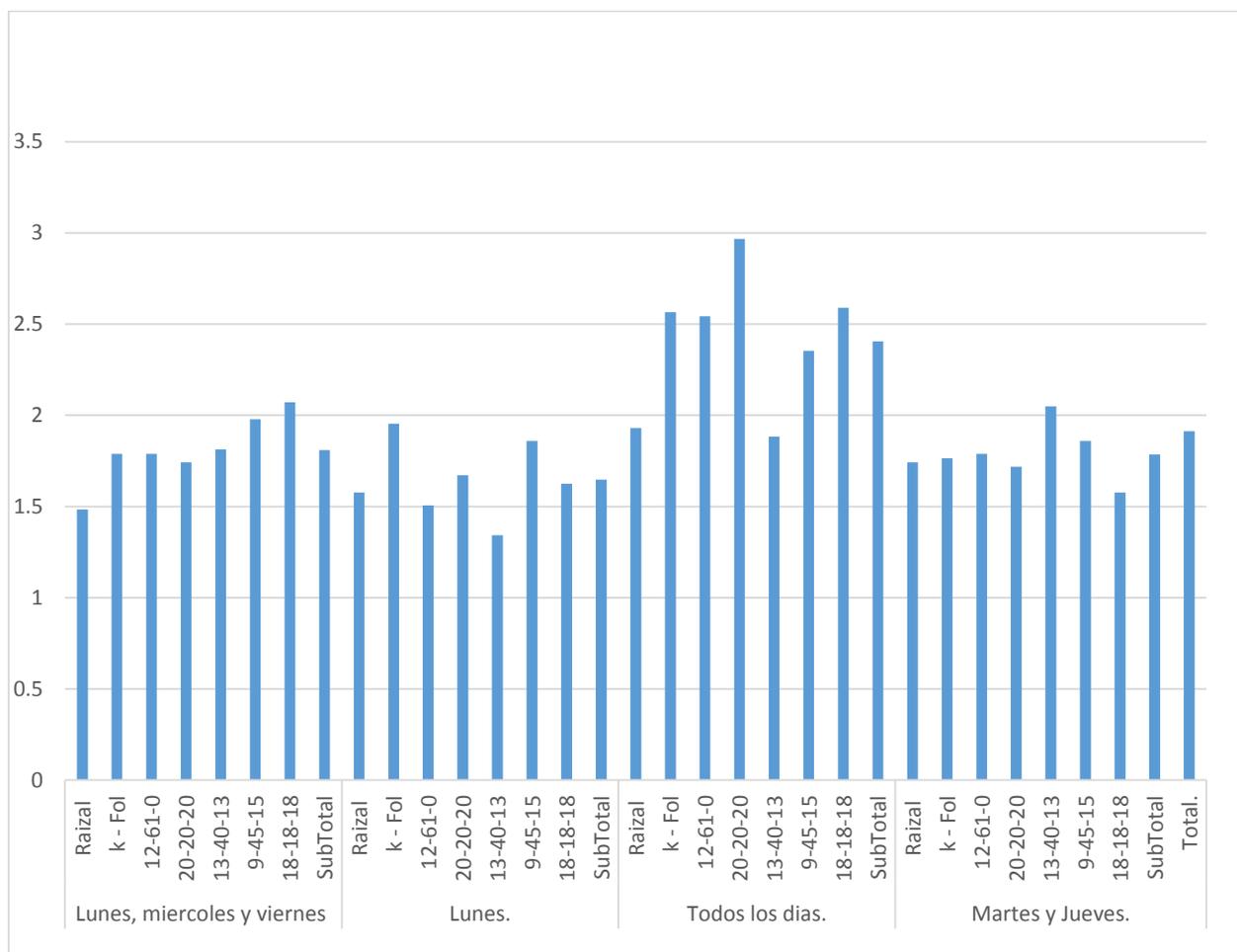
FV	GL	SC	CM	F Calculada	F 5% tabulada	Significancia
Bloque	3	2.17	0.72	4.44	3.86	*
Frecuencia.	3	9.51	3.17	3.03	3.86	NS
Error A	9	9.42	1.05			
Fertilizante	6	1.74	0.29	1.78	2.23	NS
Interacción F*H	18	4.19	0.23	1.43	1.79	NS
Error B	72	11.70	0.16			
Total	111	38.72				
C.V. %	21.08%					

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

* = Significancia al 0.05% de probabilidades NS = No Significancia.

Figura 2.

Peso total de los tubérculos semilla Kg/m², en la Evaluación de frecuencias de riego y productos hidrosolubles, para la producción de semilla pre-básica de papa (*Solanum tuberosum* Var. *Loman*).



Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

La figura 2, ilustra estadísticamente la media de los tratamientos (frecuencias de riego x fertilizantes) para la variable peso total de los tubérculos semilla kg/m². Muestra que hubo una diferencia biológica real en peso entre 1.34 Kg/m² de la frecuencia de riego lunes con el fertilizante soluble 13-40-13, hasta 2.97 Kg/m² del tratamiento todos los días con el fertilizante soluble 20-20-20, lo que hizo un efecto real de 1.63 Kg/m² de diferencia entre los tratamientos evaluados, pero esto no lo captó el análisis de varianza (ANDEVA) porque no fue lo suficientemente preciso o quizá otro factor estadístico lo limita. Por lo que es posible seguir haciendo más evaluaciones para peso total de los tubérculos semilla Kg/m² con otros fertilizantes solubles equilibrados en NPK o enriquecidos en potasio u óxido de potasio (K₂O), así como probar diferentes dosis para argumentar una buena recomendación para esta variable.

5.1.3. Número de tubérculos semilla/m² adecuado para el campo definitivo.

El cuadro 13, muestra el análisis de varianza practicado para la variable de respuesta Número de tubérculos semilla/m² adecuado para el campo definitivo.

En todas las fuentes de variación (frecuencias de riego, fertilizante e interacción) no se dio diferencia significativa, este comportamiento nos indica que esta variable se ve afectada por ningún tratamiento, así también se concluye que ninguna interacción fue superior independientemente de lo que se aplique, todas estadísticamente son iguales.

Se observa un coeficiente de variación de 28.94% esto se debió a la variabilidad que éxito entre materiales solubles, a la dosis que se manejó y a la humedad relativa en el suelo, variaciones de temperatura.

Cuadro 13. Análisis de varianza variable de respuesta. Número de tubérculos semilla/m² adecuado para el campo definitivo.

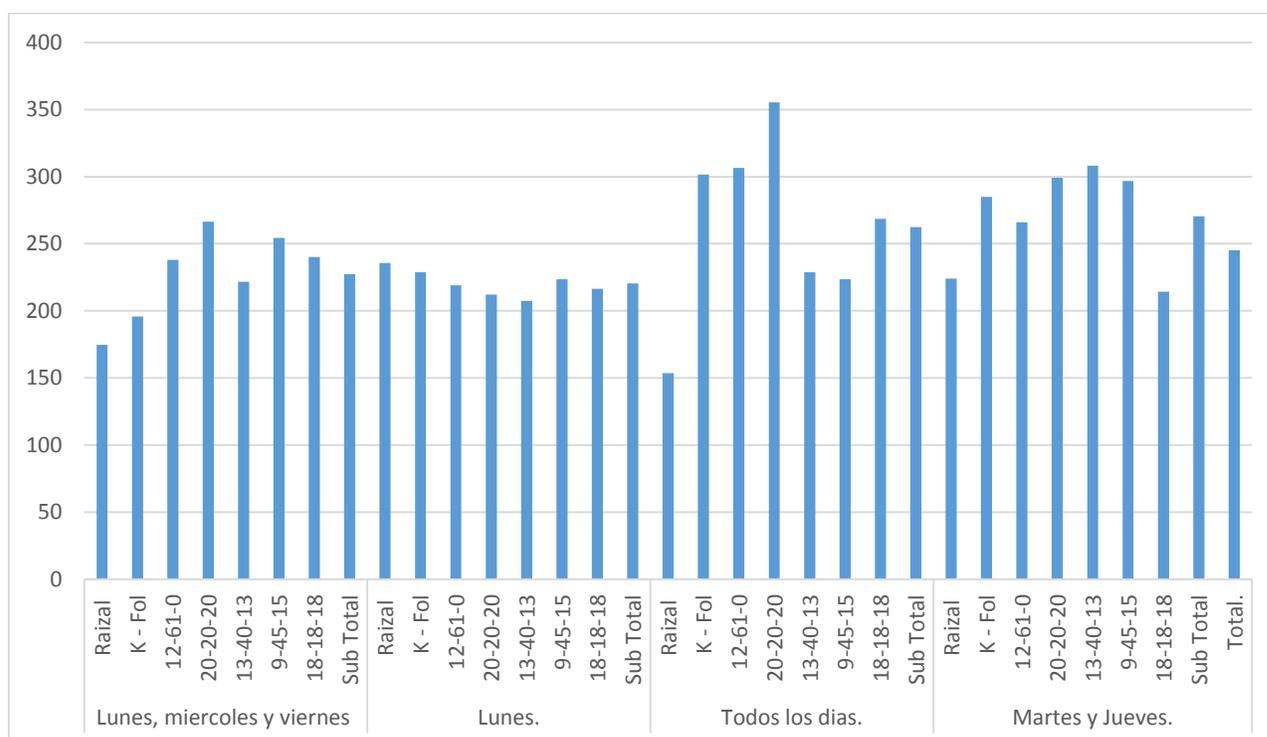
FV	GL	SC	CM	F calculada	F 5% tabulada	Significancia
Bloque	3	47736.21	15912.07	3.16	3.86	NS
Frecuencia	3	52383.50	17461.17	1.00	3.86	NS
Error A	9	156721.14	17413.46			
Fertilizante	6	65994.73	10999.12	2.18	2.23	NS
Interacción F*H	18	102372.63	5687.37	1.13	1.79	NS
Error B	72	362550.64	5035.43			
Total	111	787758.86				
C.V. %	28.94%					

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

* = Significancia al 0.05% de probabilidades NS = No Significancia.

Figura 3.

Número de tubérculos semilla/m² adecuado para el campo definitivo en la Evaluación de frecuencias de riego y productos hidrosolubles, para la producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* Var. Loman).



Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

La figura 3, muestra las medias de los tratamientos (Frecuencias de riego por Fertilizantes) para la variable número de tubérculos semilla/m² adecuado para el campo definitivo. Se observa que hubo una diferencia biológica entre el tratamiento de menor a mayor productividad, de 154 tubérculos semilla/m² adecuados para el campo definitivo de la frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble Raizal 9-45-11; hasta el tratamiento más productivo con 356 tubérculos semilla/m² adecuados para el campo definitivo de la frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble 20-20-20, lo cual dio una diferencia real de 202 tubérculos semilla/m² adecuados para el campo definitivo entre los tratamientos evaluados. Por lo que es posible seguir haciendo más evaluaciones para número de tubérculos semilla/m² adecuados para el campo definitivo, con otros fertilizantes solubles equilibrados en NPK, así como probar diferentes dosis para argumentar una buena recomendación para esta variable.

5.1.4. Tasa de multiplicación.

El cuadro 14, muestra el análisis de varianza -ANDEVA- para la variable de respuesta Tasa de multiplicación. Se determinó que la interacción entre Frecuencias de riego por fertilizantes existió diferencia significativa, lo que indica que si hubo relación entre estos factores y que al menos un tratamiento fue superior a las demás que se evaluaron. Son dependientes por presencia entre ambos factores para la tasa de multiplicación. Para las otras variables no existió diferencia estadística significativa.

El coeficiente de variación de 23.60% muestra la heterogeneidad y variabilidad que existió en los productos hidrosolubles, la dosificación recomendada por la casa comercial, la variación de la temperatura y la humedad relativa que influyó en cada unidad experimental.

Cuadro 14. Análisis de varianza variable de respuesta. Tasa de multiplicación.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F 5% tabulada	Significancia
Bloque	3	12.96	4.32	0.92	3.86	NS
Frecuencia.	3	56.03	18.68	0.68	3.86	NS
Error A	9	247.58	27.51			
Fertilizante	6	63.21	10.54	2.23	2.23	NS
Interacción F*H	18	224.79	12.49	2.65	1.79	*
Error B	72	339.71	4.72			
Total	111	944.28				
C.V. %	23.60%					

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

* = Significancia al 0.05% de probabilidades NS = No Significancia.

El cuadro 15, muestra la prueba de medias a través del comparador LSD-Fisher al nivel del 0.05% de probabilidad practicada a la variable tasa de multiplicación en la interacción (Frecuencias de riego x Fertilizantes). Se observa que se formaron once grupos estadísticos, desde el grupo “A” que indica que es la mejor alternativa en productividad, hasta el grupo “G” el de menor rendimiento.

La interacción frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble 20-20-20 fue superior a las demás dando una tasa de multiplicación de 15 tubérculos semilla por planta, seguido de la frecuencia de riego martes y jueves con el fertilizante soluble Raizal 9-45-11 que dio una tasa de multiplicación de 12 tubérculos semilla por planta, lo que hizo que sean las dos mejores interacciones del estudio, comparado con el tradicional MAP 12-61-0 que produjo 9 tubérculos semilla por planta, mientras que la interacción menos productiva de la evaluación fue la frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble K-Fol 0-20-55 que produjo 6 tubérculos semilla por planta, haciendo una diferencia entre los

tratamientos evaluados de mayor a menor productividad de 9 tubérculos semilla por planta desde el grupo "A" hasta el grupo "G"

La diferencia que se obtuvo entre tratamientos se debió principalmente a la dosis que se utilizó que fue de 5 gramos/litro de agua (2) en 0.11m², también influyo la relación equilibrada en NPK y el número de veces que se aplicó el fertirriego que fue de 5 veces en la semana, cada una de estas ventajas hizo que la relación frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble 20-20-20 fuera el de mayor productividad en tasa de multiplicación al producir 15 tubérculos semilla por planta.

Lo contrario sucedió para otros tratamientos cuya dosis recomendada por la casa comercial fue de 2 gramos/litro de agua en 0.11m², con un alto porcentaje en Fósforo y bajo en Potasio, además influyo la diferencia en el número de aplicaciones que se realizó el fertirriego durante la semana en gran manera en la tasa de multiplicación pues la disponibilidad de agua y nutrientes fue diferente para cada planta.

El desequilibrio en NPK de algunos productos hidrosolubles fue un factor importante que determino en la tasa de multiplicación y en otras variables de respuesta, pues algunos fertilizantes solubles contienen una alta concentración de fósforo, y otros presentan deficiencia en su fórmula química careciendo de un elemento siendo las siguientes formulas:

Altos en fósforo: Hakaphos Violeta 13-40-13, Fertimix 9-45-15, Raizal 9-45-11.

Carencia en nitrógeno: K-Fol 0-20-55.

Carencia en potasio: MAP 12-61-0.

Formuladas equilibradas en NPK: Hakaphos rojo 18-18-18 y Fertimix 20-20-20, la diferencia que existió entre estos dos fertilizantes solubles fue la dosis recomendada por la casa comercial que fue de 2 gramos/litro de agua para 18-18-18 y de 5 gramos/litro de agua para 20-20-20, por lo que existió diferencia en los resultados. (Ver cuadro 8).

Cada uno de los solubles fue esencial para corregir deficiencias nutricionales según su composición química. Los fertilizantes con alta concentración fosfórica fueron determinantes para la maduración del tubérculo y la formación de azúcares y almidón.

Los fertilizantes con alto y baja concentración en potasio fueron esenciales para la formación de azúcares y almidón, además de trasladar la glucosa sintetizada en las hojas hasta el tubérculo influenciando en el peso de la semilla. Y los fertilizantes con el elemento nitrógeno específicos para la producción de nuevo follaje y la sintonización de fotosíntesis.

Cuadro 15. Prueba de medias por el comparador LSD-Fisher al nivel del 0.05% a la interacción de factores (Frecuencias de riego x fertilizantes) para la variable Tasa de multiplicación.

Frecuencias de riego	Fertilizantes	Medias	Significancia							
			A	B	C	D	E	F	G	
Todos los días.	20-20-20	15	A							
Martes y jueves.	9-45-15	12	A	B						
Todos los días.	12-61-0	11		B	C					
Todos los días.	9-45-15	11		B	C					
Lunes, miércoles y viernes.	9-45-15	11		B	C	D				
Lunes, miércoles y viernes.	20-20-20	10		B	C	D	E			
Lunes, miércoles y viernes.	13-40-13	10		B	C	D	E			
Martes y jueves.	12-61-0	10		B	C	D	E			
Todos los días.	18-18-18	10		B	C	D	E			
Martes y jueves.	K-Fol	10		B	C	D	E			
Todos los días.	K-Fol	10		B	C	D	E			
Martes y jueves.	20-20-20	10		B	C	D	E	F		
Martes y jueves.	13-40-13	10		B	C	D	E	F		
Lunes, miércoles y viernes	12-61-0	10		B	C	D	E	F		
Lunes.	20-20-20	9		B	C	D	E	F		
Lunes, miércoles y viernes.	18-18-18	9		B	C	D	E	F		
Lunes.	13-40-13	9			C	D	E	F	G	
Lunes.	Raizal	8			C	D	E	F	G	
Lunes.	K-Fol	8			C	D	E	F	G	
Martes y jueves.	18-18-18	8			C	D	E	F	G	
Martes y jueves.	Raizal	8			C	D	E	F	G	
Lunes, miércoles y viernes.	K-Fol	8			C	D	E	F	G	
Lunes.	18-18-18	8			C	D	E	F	G	
Lunes.	9-45-15	8				D	E	F	G	
Todos los días.	13-40-13	8				D	E	F	G	
Lunes.	12-61-0	7					E	F	G	
Lunes, miércoles y viernes.	Raizal	7						F	G	
Todos los días.	Raizal	6								G

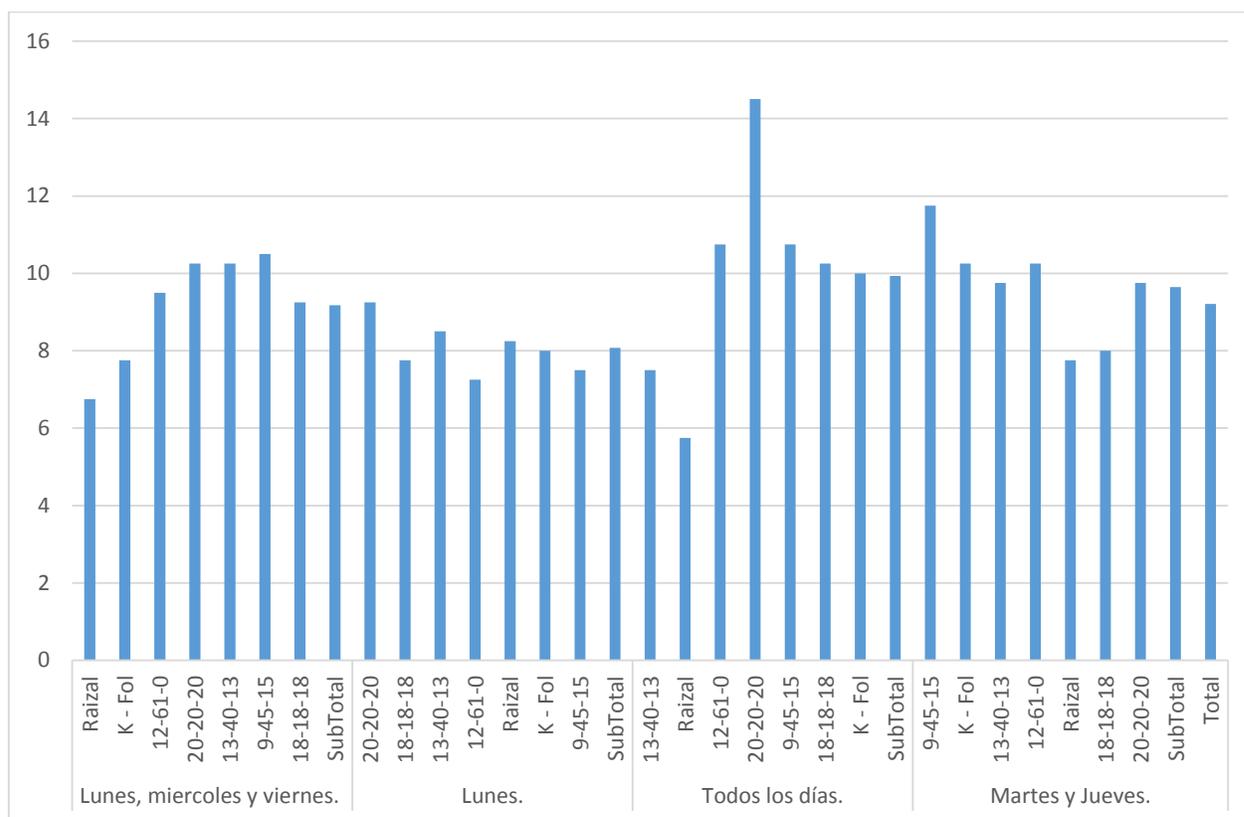
Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

LSD- Fisher 0.05% DMS = 3.06185.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Figura 4.

Tasa de multiplicación en la Evaluación de cuatro frecuencias de riego y siete productos hidrosolubles, para la producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* Var. Loman).



Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

En la figura 4, se muestra la media de los veintiocho tratamientos que se evaluaron en las cuatro repeticiones que se plantearon. Se observa que el mayor rendimiento en tasa de multiplicación lo obtuvo la interacción frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble 20-20-20, al producir 15 tubérculos semilla por planta, mientras que la relación menos productiva la presentó la frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble Raizal 9-45-11 al producir 6 tubérculos semilla por planta, haciendo una diferencia real de 9 tubérculos semilla por planta, lo que hizo que para efectos de rendimiento en tubérculos semilla producido por planta de papa, la mejor alternativa es la frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble 20-20-20 a una dosis de 5 gramos/litro de agua en 0.11m², su balanceada relación en NPK y el número de aplicaciones que se realizó durante la etapa de siembra hasta la defoliación, la convierten en el mejor tratamiento para esta variable.

5.1.5. Coeficiente de correlación para altura de la planta y rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m²

Cuadro 16, muestra el análisis por el coeficiente de correlación que se practicó a las variables de respuesta altura de la planta y rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m², esto se realizó para determinar si existió alguna relación directa que influenciará la altura de la planta en la producción de tubérculos semilla.

Se observa que existió una correlación directa positiva baja, se considera alta a partir de 0.70 a 1. Por lo que entre las variables de estudio la correlación directa positiva baja fue de 0.4355%, lo que indicó que hubo una relación mínima entre ambos, pues la altura de la planta tuvo una participación leve en la producción del número de tubérculos semilla, lo que quiere decir que a mayor altura que la planta alcanzó, así también la producción de tubérculos aumentó y entre menor altura llegó así la producción de tubérculos semilla disminuyó, de tal forma como lo ilustra el diagrama de dispersión (Figura 5); este efecto se debió al momento del crecimiento y desarrollo fisiológica y morfológica de la planta, al aumentarse la altura de la planta dio lugar a que se formará más follaje incrementando la formación de glucosa y almidón los principales componentes de la papa, además existió mayor absorción de agua en la raíz beneficiando a los tubérculos semilla.

Cabe señalar que el coeficiente de correlación (**r**), mantiene una constante de -1 hasta 1 para indicar el grado de correlación que exista entre las variables de estudio. (12)

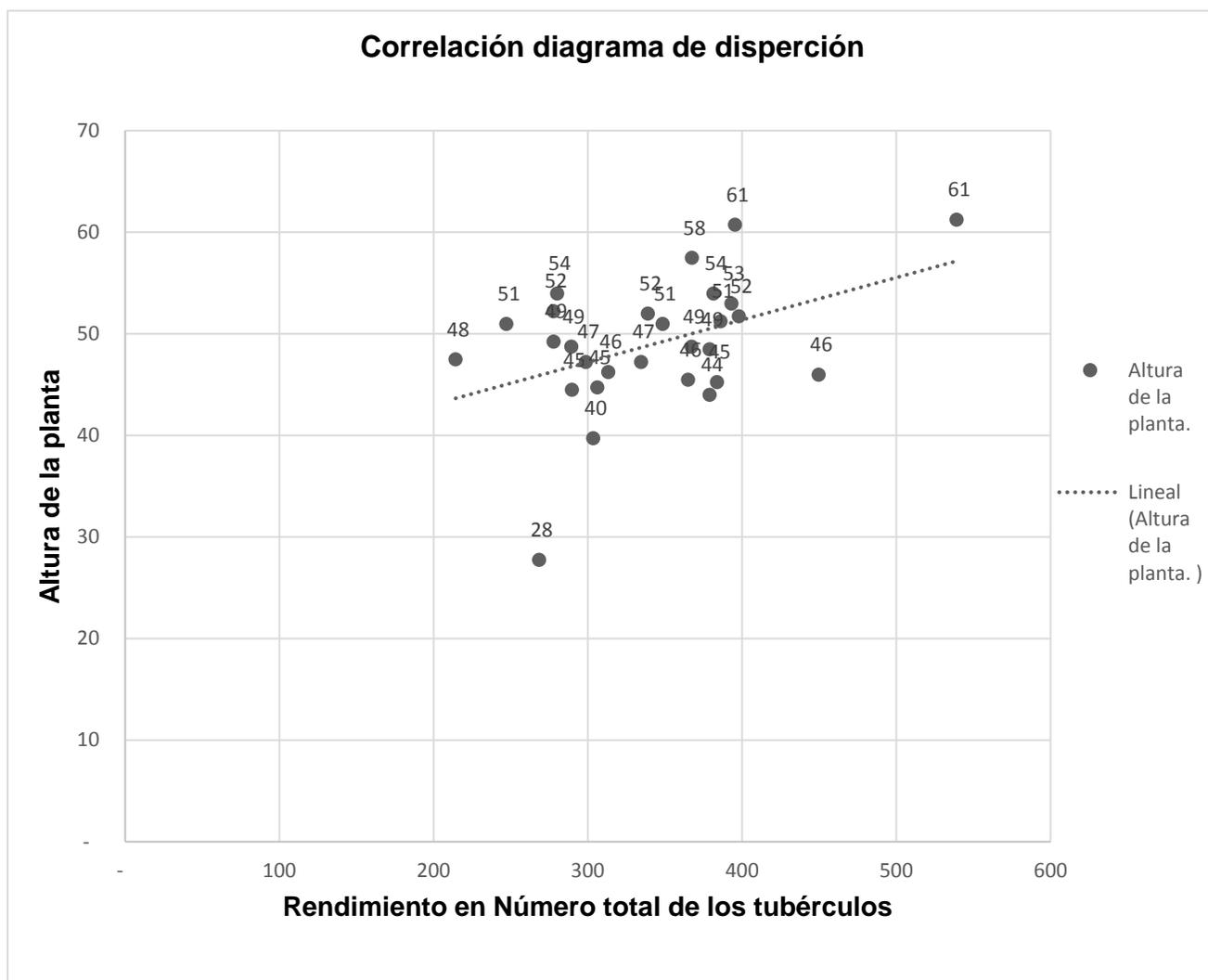
El cuadro 16. Coeficiente de correlación para las variables altura de la planta y rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m².

	Número de tubérculos	Altura de la planta.
Número de tubérculos	*	1
Altura de la planta.	0.43551687	* 1

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

*por ser una variable directa entre sí, se mantiene el 1.

Figura 5. Diagrama de dispersión.



Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

En la figura 5. Se observa una correlación positiva baja que existió entre las variables altura de la planta y rendimiento en número total de los tubérculos semilla por categoría/m², esto nos indica que al aumentar la altura de la planta también la producción de tubérculos semillas aumentó y al disminuir la altura de la planta a la vez la producción de tubérculos semilla bajó. Las plantas que presentaron una altura media adecuada de 63 centímetros, produjeron una media productiva alta de 539 tubérculos semilla/m². Y las plantas que presentaron una altura media baja de 28 centímetros dieron una producción baja de 269 tubérculos semilla/m². Por lo que al ser una correlación positiva baja las dos variables se correlacionan en sentido directo, a valores altos de una le corresponden valores altos de la otra e igualmente con los valores bajos.

5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO.

El análisis económico se realizó para los veintiocho tratamientos que se evaluaron (Frecuencias de riego x Fertilizantes), mediante la metodología de presupuestos parciales (23) y se obtuvieron los resultados que se indican en los cuadros del anexo 6A hasta. 14A, donde se observa todo el procedimiento para determinar al tratamiento más rentable, se trabajó con la variable de estudio tasa de multiplicación.

El cuadro 17, muestra un resumen del análisis económico, se observan los parámetros económicos más importantes siendo costos que varían, beneficio neto, observación de cambio de tratamiento, tasa de retorno marginal, rentabilidad y análisis de residuo.

El tratamiento que mostró el costo que varía más bajo de la evaluación, fue la interacción frecuencia de riego lunes con el fertilizante MAP 12-61-0, esto debido al jornal que se empleó el cual fue de una aplicación por semana, para hacer un total de 9 aplicaciones durante los 75 días que duro el ciclo del cultivo, su beneficio neto también fue el más bajo al generar un ingreso de Q 123.13, la tasa de retorno marginal fue de cero por cada quetzal invertido y su residuo (ganancia) de Q 31.92 por lo que no se consideró como el tratamiento más rentable del estudio, aunque su costo que varía sea el más bajo de Q 91.21

Por el contrario la interacción frecuencia de riego martes y jueves con el fertilizante soluble 9-45-15 mostró un costo que varía de Q 102.18, esto debido al jornal empleado que fue de dos veces por semana, en 19 aplicaciones que se hicieron durante 75 días, y el beneficio neto fue de Q 262.86 para una tasa de retorno marginal de Q 525.96 por cada quetzal invertido y un residuo (ganancia) de Q 160.70 por lo que hizo que este tratamiento sea el más rentable de la evaluación.

Cuadro 17. Resumen de los resultados del análisis económico mediante el enfoque de presupuestos parciales.

Tratamiento Frecuencia/Hidrosoluble		CV	BN	Dominancia	TRM (%)	TAMR (%)	Trat. Más Rentable	Residuo
Lunes	12-61-0	91.21	123.13	No dominado	0.00	100%	-----	Q 31.92
Lunes	18-18-18	91.75	156.08	No dominado	6101.85	100%	-----	Q 64.33
Lunes	13-40-13	91.75	156.08	No dominado	0.00	100%	-----	Q 64.33
Martes y jueves	12-61-0	92.55	212.21	No dominado	7016.25	100%	-----	Q 119.67
Martes y jueves	9-45-15	102.18	262.86	No dominado	525.96	100%	Más rentable	Q 160.68

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

C.V. = Costos que Varían.
B.N. = Beneficio Neto.
D. = Dominancia.
TRM. = Tasa de retorno marginal.
TAMIR = Tasa mínima de retorno.

VI. CONCLUSIONES.

1. El mayor rendimiento, en número total de los tubérculos semilla por categoría/m², lo presentó el fertilizante soluble 20-20-20 al producir 406 tubérculos semilla/m², superando a los demás tratamientos evaluados, por lo que se rechaza la hipótesis nula 1.
2. Ningún tratamiento evaluado presentó diferencia estadística significativa en peso total de los tubérculos semilla kg/m² en la variedad loman, por lo que se acepta la hipótesis nula 2.
3. La mejor tasa de multiplicación la presentó la interacción frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble 20-20-20 al producir un rendimiento de 15 tubérculos semilla por planta, superando a los demás tratamientos evaluados, por lo que se rechaza la hipótesis nula 3.
4. Se determinó que la altura de la planta influyó directamente en el rendimiento en número total de los tubérculos semilla categoría/m², al presentar una correlación positiva de 0.4355% en la interacción frecuencia de riego todo los días con el fertilizante 20-20-20, por lo que se rechaza la hipótesis nula 4.
5. La mayor rentabilidad para la producción de semilla pre básica de papa bajo condiciones protegidas, la presentó la interacción frecuencia de riego martes y jueves con el fertilizante soluble 9-45-15 al producir un residuo de Q 160.68 superando a los demás tratamientos evaluados por lo que se rechaza la hipótesis nula 5.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda utilizar la frecuencia de riego martes y jueves con el fertilizante soluble 9-45-15 a una dosis de 5 gramos/litro de agua en 0.11m^2 ya que ésta interacción presentó la mayor rentabilidad para la producción de semilla pre-básica de papa, bajo condiciones controladas.

2. Se recomienda utilizar la frecuencia de riego todos los días con el fertilizante soluble 20-20-20, a una dosis de 5 gramos/litro de agua en 0.11m^2 , para obtener una tasa de multiplicación de 15 tubérculos semilla por planta.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

1. **Almonte Comercial S.A.** 2012. Agrosiembra.com, Ingrediente activo Acrobat MZ 69 WP (en línea) Consultado el 18 de ene. 2015. Disponible en http://www.agrosiembra.com/nc=ACROBAT_MZ_69_WP-
2. **ALPHA QUÍMICOS S.A.** 2004. Fertimix 9-45-15, Fertimix 20-20-20; Ciudad de Guatemala, GT. (panfleto casa comercial).
3. **AGRIAVANCES.** 2001. Ingrediente activo de Miragefe 75 WP. (en línea). Consultado el 18 de ene. 2015. Disponible en <http://www.Agriavances.com/Wca320a398b25.htm>
4. **AGROCOSTA.** 2004. MAP 12-61-0. Agrocosta Baja California S.A de C.V. (en línea). Consultado el 29 de ene. 2015. Disponible en <http://www.agrocosta.com.mx/12-61-0.htm>
5. **ARYSTALIFESCIENCE.** 2014. Hidrosolubles Raizal 9-45-11, K-Fol 0-20-55. Grupo Bioquímico Mexicano, S.A. de C.V. Ciudad de Guatemala. GT. (panfleto casa comercial).
6. **Barbin, D.** 2013. Diseño y Análisis de Experimentos Fundamentos y Aplicaciones en Agronomía. (en línea). Consultado el 30 de ene. 2015. Disponible en www.issuu.com/byrong/docs/dise_o_y_an_lisis_de_exp._2_ed_2013/5
7. **BASF.** 2010. AGROTICO, Ingrediente Activo Forum 15 DC. (en línea). Consultado el 18 de ene. 2015. Disponible en www.agrotico.net/Productos/Protección/Fungicidas/Forum_15DC.html
8. **BAYER CROPSCIENCE C.A.** 2014. Ingrediente Activo Monarca 11,25 SE. (en línea). Consultado el 18 de ene. 2015. Disponible en www.bayercropscience-ca.com/contenido.php

9. **Camel Franco, J.** 2011. Evaluación de cuatro frecuencias de fertirriego en hidroponía para la producción de mini tubérculos de papa (*Solanum Tuberosum*) variedad loman, para la producción de semilla pre básica con calidad fitosanitaria, diagnóstico y servicios desarrollados en el centro experimental docente de Agronomía –CEDA- Tesis Ing. Agr. Guatemala, GT, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. (en línea). Guatemala, GT, Consultado el 19 de febr. 2015. Disponible en www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2699.pdf
10. **Cámara Oltra, M.** 2012. Fertirrigación. (en línea). Alicante ES. Consultado 14 ene. 2015. Disponible en www.fertirrigación.com/
11. **Centro Internacional de la Papa.** 2000. Categoría de semilla de la papa. (en línea). Perú. Consultado el 29 de ene. 2015. Disponible en www.cipotato.org/es/
12. **Coeficiente de correlación.** 2008. Coeficiente de correlación. (en línea). Colombia. Consultado el 26 de junio 2015. Disponible en www.uv.es/ceaces/base/descriptiva/coefcorre.htm
13. **Del CID, A.** 1992. Desarrollo de Productos de Raíces y Tubérculos. Guatemala. GT Vol. II- América Latina. 375p.
14. **DOW AGROSCIENCES.** 2012. Agrosiembra.com, Ingrediente Activo Dithane NT 80 WP. (en línea). Consultado el 18 de ene. 2015. Disponible en www.agrosiembra.com/nc=DITHANE_NT_80_WP-60
15. **Estrada Franco, R.** 1997. Evaluación de la respuesta del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, en la región papera de Quetzaltenango, Tesis Ing. Agr. Guatemala, GT, Universidad de San Carlos de Guatemala, Carrera de Agronomía. 28 p.
16. **GUATEPYMES.COM.** 2000. Labor Ovalle en Diccionario Geográfico Guatemala (en línea). Guatemala, GT. Consultado el 15 de ene. 2015. Disponible en www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=31231
17. **Instituto de Ciencia y Tecnología agrícolas.** 1980. Curso sobre tecnología del cultivo de la papa y técnicas de producción de semilla. Programa Regional Cooperativa de Papa PRECODEPA. Quetzaltenango, GT. 197 p

- 18. Instituto de Ciencia y Tecnología agrícolas.** 2013. Manuel para la producción de semilla certificada de papa. Eds. Alv. Orrellana; G. Tello; A. Rodas; A. Morales. Quetzaltenango, Gt. 43 p.
- 19. La Gama Hakaphos®.** 2010. Características y ventajas de los hidrosolubles. (en línea). Consultado 14 ene. 2015. Disponible en www.grupobarrio.es/print/hakaphos.htm
- 20. Melgar, M; Morales, J; Queme, J.** 2009. Centro Guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar –CENGICAÑA. Infostat manual de usos, Arreglos combinatorios. (en línea). Santa Lucia Cotz. GT. Consultado el 15 de ene. 2015. Disponible en www.cengicana.org/descargas/ManualInfoStat.pdf
- 21. Reyes Hernández, M.** 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos Parciales: Re-enseñado. CIAGROS, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, GT. 31 p.
- 22. Salas, J.** 1995. Producción de semilla pre básica de papa. (en línea). Mérida, MX. Consultado 14 ene. 2015. Disponible en www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/
- 23. Sierra, B.C.** 2002. Manual Fertilización del cultivo de la papa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (en línea). Santiago de Chile, CL. Consultado 10 de jul. 2015. 105 P. Disponible en www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR28007.pdf
- 24. Simmons, CHS; Tarano, Jm; Pinto, JH.** 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. P Tirado Sulsona. Guatemala, editorial José de Pineda Ibarra. p. 365-391.
- 25. SYNGENTA.** 2006. Ingrediente activo de Gramoxone®. México, MX. (en línea). Consultado el 18 de ene. 2015. Disponible en <http://www.syngenta.com.mx/gramoxone.aspx>
- 26. SYNGENTA.** 2012. Ingrediente activo Mertec® 45 SC. (en línea). Consultado el 18 de ene. 2015. Disponible en www.agrosiembra.com/nc=MERTEC_500_SC-305
- 27. SYNGENTA.** 2002. Tambo 44 EC. (Panfleto de la casa comercial).

- 28. Velásquez Orozco, E.** 2005. Evaluación de frecuencias de aplicación de estrés por reducción del pH en una solución de cultivo de vitro plantas de papa (*Solanum Tuberosum*) Vr. Atlantic para la inducción de la tuberización. Tesis Ing. Agr. Guatemala, GT, Universidad de San Carlos de Guatemala, Carrera de Agronomía. 63 P.
- 29. Villatoro, J.** 2002. Evaluación de 4 frecuencias de riego por goteo para la producción de semilla de papa bajo condiciones de invernadero, labor Ovalle, Orintepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, GT, Universidad de San Carlos de Guatemala, Carrera de Agronomía. 65 P.
- 30. WIKIHOW.** 2004. Cuatro formas de calcular el área de un círculo. (en línea). Consultado el 16 de ene. 2015. Disponible en es.m.wikihow.com/calcular-el-%C3%A1rea-de-
- 31. WIKIPEDIA.** 1999. Sistema de clasificación de las zonas de vida de Holdridge. (en línea). Consultado el 28 de ago. 2015. Disponible en es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_clasificaci%C3%B3n_de_zonas_de_vida_de_Holdridge.

IX. ANEXOS.

Cuadro 1. Rendimiento en número total de los tubérculos por categoría/m²

RENDIMIENTO EN NÚMERO DE TUBÉRCULOS SEMILLA CATEGORÍA/M ²							
Frecuencias de riego.	Fertilizantes.	I	II	III	IV	Suma Total	Media.
Lunes, miércoles y viernes.	Raizal	235	170	320	264	989	247
	K - Fol	367	179	254	320	1121	280
	12-61-0	330	264	320	480	1394	348
	20-20-20	292	386	414	443	1535	384
	13-40-13	367	264	414	471	1516	379
	9-45-15	377	330	424	443	1573	393
	18-18-18	358	235	330	433	1356	339
	Sub Total	2326	1827	2477	2854	9484	339
Lunes.	Raizal	226	170	311	518	1225	306
	K - Fol	348	301	188	358	1195	299
	12-61-0	188	226	264	396	1074	269
	20-20-20	377	245	283	433	1338	335
	13-40-13	452	358	226	217	1253	313
	9-45-15	301	245	226	339	1111	278
	18-18-18	461	254	141	301	1157	289
	Sub Total	2353	1799	1639	2562	8353	298
Todos los días.	Raizal	283	122	292	160	857	214
	K - Fol	330	396	499	245	1470	368
	12-61-0	320	509	386	377	1592	398
	20-20-20	443	669	556	490	2157	539
	13-40-13	301	292	264	254	1111	278
	9-45-15	396	480	292	414	1582	396
	18-18-18	377	396	574	179	1526	382
	Sub Total	2450	2863	2863	2118	10294	368
Martes y jueves.	Raizal	311	254	264	330	1159	290
	K - Fol	348	386	565	245	1544	386
	12-61-0	254	424	518	320	1516	379
	20-20-20	264	480	490	226	1460	365
	13-40-13	273	480	499	217	1469	367
	9-45-15	424	386	499	490	1799	450
	18-18-18	132	499	348	235	1214	304
	Sub Total	2006	2909	3183	2063	10161	363
Total	9135	9398	10162	9597	38292	342	

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 2. Peso total de los tubérculos Kg/m².

PESO TOTAL DE LOS TUBÉRCULOS KILOGRAMOS POR METRO CUADRADO.							
Frecuencias.	Fertilizantes.	I	II	III	IV	Suma Total	Media.
Lunes, miércoles y viernes	Raizal	1.51	1.32	1.51	1.60	5.93	1.48
	k - Fol	1.98	1.32	1.60	2.26	7.16	1.79
	12-61-0	1.70	1.70	1.60	2.17	7.16	1.79
	20-20-20	1.70	1.32	1.88	2.07	6.97	1.74
	13-40-13	1.70	1.60	1.79	2.17	7.25	1.81
	9-45-15	1.98	1.88	1.88	2.17	7.91	1.98
	18-18-18	2.73	1.60	1.70	2.26	8.29	2.07
	Sub Total	13.28	10.74	11.96	14.69	50.67	1.81
Frecuencia.	Fertilizantes.	I	II	III	IV	Suma Total	Media.
Lunes.	Raizal	1.60	1.51	1.32	1.88	6.31	1.58
	k - Fol	1.79	1.79	1.22	3.01	7.82	1.95
	12-61-0	1.51	1.51	1.13	1.88	6.03	1.51
	20-20-20	1.60	1.70	1.60	1.79	6.69	1.67
	13-40-13	1.41	1.51	1.32	1.13	5.37	1.34
	9-45-15	1.70	1.79	1.60	2.35	7.44	1.86
	18-18-18	1.32	1.70	0.94	2.54	6.50	1.62
	Sub Total	10.92	11.49	9.13	14.60	46.15	1.65
Frecuencia.	Fertilizantes.	I	II	III	IV	Suma Total	Media.
Todos los días.	Raizal	2.26	0.66	2.83	1.98	7.72	1.93
	k - Fol	2.17	2.73	3.20	2.17	10.27	2.57
	12-61-0	2.26	2.45	3.20	2.26	10.17	2.54
	20-20-20	1.70	3.58	3.67	2.92	11.87	2.97
	13-40-13	1.51	1.98	1.88	2.17	7.54	1.88
	9-45-15	2.54	2.17	2.26	2.45	9.42	2.35
	18-18-18	2.17	2.64	4.33	1.22	10.36	2.59
	Sub Total	14.60	16.20	21.38	15.16	67.34	2.40
Frecuencia.	Fertilizantes.	I	II	III	IV	Suma Total	Media.
Martes y jueves.	Raizal	1.13	1.60	2.17	2.07	6.97	1.74
	k - Fol	1.32	2.35	2.26	1.13	7.06	1.77
	12-61-0	1.22	1.88	2.35	1.70	7.16	1.79
	20-20-20	1.22	1.98	2.07	1.60	6.88	1.72
	13-40-13	1.41	2.64	2.54	1.60	8.19	2.05
	9-45-15	1.60	1.79	2.17	1.88	7.44	1.86
	18-18-18	1.04	1.88	2.26	1.13	6.31	1.58
	Sub Total	8.95	14.13	15.82	11.11	50.01	1.79
	Total.	47.75	52.55	58.29	55.56	214.16	1.91

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 3. Número de tubérculos semilla/m² adecuado para el campo definitivo.

NÚMERO DE TUBÉRCULOS SEMILLA/M² ADECUADO PARA EL CAMPO DEFINITIVO.							
Frecuencias de riego.	Fertilizantes.	I	II	III	IV	Suma Total	Media.
Lunes, miércoles y viernes	Raizal	189	170	217	123	699	175
	K - Fol	254	142	198	189	783	196
	12-61-0	226	189	235	302	952	238
	20-20-20	198	217	293	358	1066	267
	13-40-13	255	198	217	217	887	222
	9-45-15	246	188	320	264	1018	255
	18-18-18	311	198	273	179	961	240
	Sub Total	1679	1302	1753	1632	6366	228
Lunes.	Raizal	161	132	245	405	943	236
	K - Fol	207	236	189	283	915	229
	12-61-0	189	161	235	291	876	219
	20-20-20	236	161	113	339	849	212
	13-40-13	291	245	152	142	830	208
	9-45-15	226	169	198	301	894	224
	18-18-18	320	189	141	216	866	217
	Sub Total	1630	1293	1273	1977	6173	221
Todos los días.	Raizal	198	66	227	123	614	154
	K - Fol	264	254	499	189	1206	302
	12-61-0	207	434	283	302	1226	307
	20-20-20	245	433	386	358	1422	356
	13-40-13	180	254	264	217	915	229
	9-45-15	226	169	198	301	894	224
	18-18-18	255	273	414	132	1074	269
	Sub Total	1575	1883	2271	1622	7351	263
Martes y jueves.	Raizal	236	179	245	236	896	224
	K - Fol	273	255	395	217	1140	285
	12-61-0	179	320	367	198	1064	266
	20-20-20	208	340	489	160	1197	299
	13-40-13	273	283	498	179	1233	308
	9-45-15	311	199	329	348	1187	297
	18-18-18	131	348	227	151	857	214
	Sub Total	1611	1924	2550	1489	7574	270
Total.	6495	6402	7847	6720	27464	246	

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 4. Tasa de multiplicación.

TASA DE MULTIPLICACIÓN							
Frecuencias de riego.	Fertilizantes.	I	II	III	IV	Suma Total	Media.
Lunes, miércoles y viernes.	Raizal	6	5	9	7	27	7
	K - Fol	10	5	7	9	31	8
	12-61-0	9	7	9	13	38	10
	20-20-20	8	10	11	12	41	10
	13-40-13	10	7	11	13	41	10
	9-45-15	10	9	11	12	42	11
	18-18-18	10	6	9	12	37	9
	Sub Total	63	49	67	78	257	9
Lunes.	20-20-20	10	7	8	12	37	9
	18-18-18	12	7	4	8	31	8
	13-40-13	12	10	6	6	34	9
	12-61-0	5	6	7	11	29	7
	Raizal	6	5	8	14	33	8
	K - Fol	9	8	5	10	32	8
	9-45-15	8	7	6	9	30	8
	Sub Total	62	50	44	70	226	8
Todos los días.	13-40-13	8	8	7	7	30	8
	Raizal	8	3	8	4	23	6
	12-61-0	9	14	10	10	43	11
	20-20-20	12	18	15	13	58	15
	9-45-15	11	13	8	11	43	11
	18-18-18	10	11	15	5	41	10
	K - Fol	9	11	13	7	40	10
	Sub Total	67	78	76	57	278	10
Martes y jueves.	9-45-15	11	10	13	13	47	12
	K - Fol	9	10	15	7	41	10
	13-40-13	7	13	13	6	39	10
	12-61-0	7	11	14	9	41	10
	Raizal	8	7	7	9	31	8
	18-18-18	4	13	9	6	32	8
	20-20-20	7	13	13	6	39	10
	Sub Total	53	77	84	56	270	10
Total	245	254	271	261	1,031.00	9	

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 5. Altura de la planta.

ALTURA DE LA PLANTA EN CENTÍMETROS SEGÚN TRATAMIENTO.							
Frecuencias.	Fertilizantes.	I	II	III	IV	Suma Total	Media.
Lunes, miércoles y viernes	Raizal	50	46	48	60	204	51
	k - Fol	59	57	53	47	216	54
	12-61-0	52	51	55	46	204	51
	20-20-20	50	47	44	40	181	45.25
	13-40-13	56	42	51	45	194	48.5
	9-45-15	55	58	53	46	212	53
	18-18-18	55	55	58	40	208	52
	Sub Total	377	356	362	324	1419	50.68
Lunes.	Raizal	50	46	41	42	179	44.75
	k - Fol	50	48	46	45	189	47.25
	12-61-0	29	28	28	26	111	27.75
	20-20-20	44	48	45	52	189	47.25
	13-40-13	49	47	47	42	185	46.25
	9-45-15	45	60	51	53	209	52.25
	18-18-18	53	48	46	48	195	48.75
	Sub Total	320	325	304	308	1257	44.89
Todos los días.	Raizal	52	34	55	49	190	47.5
	k - Fol	59	60	48	63	230	57.5
	12-61-0	51	55	54	47	207	51.75
	20-20-20	58	66	68	53	245	61.25
	13-40-13	46	62	32	57	197	49.25
	9-45-15	59	63	59	62	243	60.75
	18-18-18	55	60	55	46	216	54
	Sub Total	380	400	371	377	1528	54.57
Martes y jueves.	Raizal	36	42	60	40	178	44.5
	k - Fol	43	63	50	49	205	51.25
	12-61-0	38	42	54	42	176	44
	20-20-20	37	50	50	45	182	45.5
	13-40-13	46	43	58	48	195	48.75
	9-45-15	34	50	43	57	184	46
	18-18-18	35	40	48	36	159	39.75
	Sub Total	269	330	363	317	1279	45.68
Total.	1346	1411	1400	1326	5483	195.82	

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 6. Costos relevantes (Presupuestos parciales).

El precio de campo de los productos y costo por jornal están en el Tabla 13A.

Tratamientos Frecuencia/Hidrosoluble		N. de aplicaciones en el ciclo del cultivo.	Tiempo de aplicación (Minutos)	Minutos ciclo del cultivo	Horas ciclo del cultivo/60 Minutos	Días ciclo del cultivo 8 Horas de jornal	C. Mano Obra. ciclo del cultivo Q90
Todos los días.	20-20-20	47	30	1410	24	3	Q 270.00
Martes y jueves.	9-45-15	19	30	570	10	1	Q 90.00
Todos los días.	12-61-0	47	30	1410	24	3	Q 270.00
Todos los días.	9-45-15	47	30	1410	24	3	Q 270.00
Lunes, miércoles y viernes.	9-45-15	28	30	840	14	2	Q 180.00
Martes y jueves.	K-Fol	19	30	570	10	1	Q 90.00
Lunes, miércoles y viernes.	20-20-20	28	30	840	14	2	Q 180.00
Todos los días.	18-18-18	47	30	1410	24	3	Q 270.00
Martes y jueves.	12-61-0	19	30	570	10	1	Q 90.00
Lunes, miércoles y viernes.	13-40-13	28	30	840	14	2	Q 180.00
Todos los días.	K-Fol	47	30	1410	24	3	Q 270.00
Martes y jueves.	13-40-13	19	30	570	10	1	Q 90.00
Martes y jueves.	20-20-20	19	30	570	10	1	Q 90.00
Lunes, miércoles y viernes.	12-61-0	28	30	840	14	2	Q 180.00
Lunes, miércoles y viernes.	18-18-18	28	30	840	14	2	Q 180.00
Lunes.	20-20-20	9	30	270	5	1	Q 90.00
Lunes.	13-40-13	9	30	270	5	1	Q 90.00
Lunes.	Raizal	9	30	270	5	1	Q 90.00
Martes y jueves.	18-18-18	19	30	570	10	1	Q 90.00
Lunes.	K-Fol	9	30	270	5	1	Q 90.00
Martes y jueves.	Raizal	19	30	570	10	1	Q 90.00
Lunes.	18-18-18	9	30	270	5	1	Q 90.00
Lunes miércoles y viernes.	K-Fol	28	30	840	14	2	Q 180.00
Lunes.	9-45-15	9	30	270	5	1	Q 90.00
Todos los días.	13-40-13	47	30	1410	24	3	Q 270.00
Lunes.	12-61-0	9	30	270	5	1	Q 90.00
Lunes, miércoles y viernes.	Raizal	28	30	840	14	2	Q 180.00
Todos los días.	Raizal	47	30	1410	24	3	Q 270.00

Fuente: Fase ce campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 7. Costos relevantes (Presupuestos parciales).

Tratamientos Frecuencia/Hidrosoluble		Fertilizante utilizado en todo el ciclo (Gramos)	Costo del fertilizante comercial (Kilogramo)	Costo del fertilizante de los gramos utilizados.	Total Costos que varían.
Todos los días.	20-20-20	235	87	20.45	290
Martes y jueves.	9-45-15	140	87	12.18	102
Todos los días.	12-61-0	94	67	6.298	276
Todos los días.	9-45-15	235	87	20.45	290
Lunes, miércoles y viernes.	9-45-15	140	87	12.18	192
Martes y jueves.	K-Fol	38	132	5.016	95
Lunes, miércoles y viernes.	20-20-20	140	87	12.18	192
Todos los días.	18-18-18	94	97	9.118	279
Martes y jueves.	12-61-0	38	67	2.546	93
Lunes, miércoles y viernes.	13-40-13	56	97	5.432	185
Todos los días.	K-Fol	94	132	12.41	282
Martes y jueves.	13-40-13	38	97	3.686	94
Martes y jueves.	20-20-20	95	87	8.265	98
Lunes, miércoles y viernes.	12-61-0	56	67	3.752	184
Lunes, miércoles y viernes.	18-18-18	56	97	5.432	185
Lunes.	20-20-20	45	87	3.915	94
Lunes.	13-40-13	18	97	1.746	92
Lunes.	Raizal	18	137	2.466	92
Martes y jueves.	18-18-18	38	97	3.686	94
Lunes.	K-Fol	18	132	2.376	92
Martes y jueves.	Raizal	38	137	5.206	95
Lunes.	18-18-18	18	97	1.746	92
Lunes miércoles y viernes.	K-Fol	56	132	7.392	187
Lunes.	9-45-15	45	87	3.915	94
Todos los días.	13-40-13	94	97	9.118	279.118
Lunes.	12-61-0	18	67	1.206	91.206
Lunes, miércoles y viernes.	Raizal	56	137	7.672	187.672
Todos los días.	Raizal	94	137	12.878	282.878

Fuente: Fase de campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 8. Rendimiento ajustado (Presupuestos parciales).

Tratamientos Frecuencia/Hidrosoluble		Medias	Medias por metro cuadrado.		Rendimiento experimental corregido	Rendimiento Ajustado (1-0.15%)
Todos los días	20-20-20	15	136	A	136	116
Martes y jueves	9-45-15	12	109	AB	109	93
Todos los días	12-61-0	11	100	BC	100	85
Todos los días	9-45-15	11	100	BC	100	85
Lunes, miércoles y viernes	9-45-15	11	100	BCD	100	85
Lunes, miércoles y viernes	20-20-20	10	91	BCDE	91	77
Lunes, miércoles y viernes	13-40-13	10	91	BCDE	91	77
Martes y jueves	12-61-0	10	91	BCDE	91	77
Todos los días	18-18-18	10	91	BCDE	91	77
Martes y jueves	K-Fol	10	91	BCDE	91	77
Todos los días	K-Fol	10	91	BCDE	91	77
Martes y jueves	20-20-20	10	91	BCDEF	87	74
Martes y jueves	13-40-13	10	91	BCDEF	87	74
Lunes, miércoles y viernes	12-61-0	10	91	BCDEF	87	74
Lunes	20-20-20	9	82	BCDEF	87	74
Lunes, miércoles y viernes	18-18-18	9	82	BCDEF	87	74
Lunes	13-40-13	9	82	CDEFG	74	63
Lunes	Raizal	8	73	CDEFG	74	63
Lunes	K-Fol	8	73	CDEFG	74	63
Martes y jueves	18-18-18	8	73	CDEFG	74	63
Martes y jueves	Raizal	8	73	CDEFG	74	63
Lunes, miércoles y viernes	K-Fol	8	73	CDEFG	74	63
Lunes	18-18-18	8	73	CDEFG	74	63
Lunes	9-45-15	8	73	DEFG	73	62
Todos los días	13-40-13	8	3	DEFG	73	62
Lunes	12-61-0	7	64	EFG	64	54
Lunes, miércoles y viernes	Raizal	7	64	FG	64	54
Todos los días	Raizal	6	55	G	55	47

Fuente: Fase ce campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

**Cuadro 9. Estimación del beneficio bruto y neto.
(Presupuestos Parciales).**

Tratamientos Frecuencia/Hidrosoluble		Rendimiento Ajustado	B Bruto	CV	Beneficio Neto.
Todos los días	Raizal	47	184.20	282.88	-98.68
Lunes, miércoles y viernes	Raizal	54	214.34	187.67	26.66
Lunes	12-61-0	54	214.34	91.21	123.13
Todos los días	13-40-13	62	244.48	279.12	-34.64
Lunes	9-45-15	62	244.48	93.92	150.56
Lunes	18-18-18	63	247.83	91.75	156.08
Lunes, miércoles y viernes	K-Fol	63	247.83	187.39	60.43
Martes y jueves	Raizal	63	247.83	95.21	152.62
Martes y jueves	18-18-18	63	247.83	93.69	154.14
Lunes	K-Fol	63	247.83	92.38	155.45
Lunes	Raizal	63	247.83	92.47	155.36
Lunes	13-40-13	63	247.83	91.75	156.08
Lunes, miércoles y viernes	18-18-18	74	291.36	185.43	105.93
Lunes	20-20-20	74	291.36	93.92	197.45
Lunes, miércoles y viernes	12-61-0	74	291.36	183.75	107.61
Martes y jueves	13-40-13	74	291.36	93.69	197.68
Martes y jueves	20-20-20	74	291.36	98.27	193.10
Todos los días	K-Fol	77	304.76	282.41	22.35
Martes y jueves	K-Fol	77	304.76	95.02	209.74
Todos los días	18-18-18	77	304.76	279.12	25.64
Martes y jueves	12-61-0	77	304.76	92.55	212.21
Lunes, miércoles y viernes	13-40-13	77	304.76	185.43	119.33
Lunes, miércoles y viernes	20-20-20	77	304.76	192.18	112.58
Lunes, miércoles y viernes	9-45-15	85	334.90	192.18	142.72
Todos los días	9-45-15	85	334.90	290.45	44.46
Todos los días	12-61-0	85	334.90	276.30	58.60
Martes y jueves	9-45-15	93	365.04	102.18	262.86
Todos los días	20-20-20	116	455.46	290.45	165.02

Fuente: Fase de campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 10. Análisis de dominancia (Presupuestos parciales).

Tratamientos Frecuencia/Hidrosoluble			Costo. Que Varía.	Beneficio Neto.	Observación de Cambio de Tratamiento	Conclusión de Observación.
T3	Lunes	12-61-0	91.21	123.13		No Dominado
T7	Lunes	18-18-18	91.75	156.08	De T3 a T7	No Dominado
T12	Lunes	13-40-13	91.75	156.08	De T7 a T12	No Dominado
T9	Lunes	K-Fol	92.38	155.45	De T12 a T9	Dominado
T11	Lunes	Raizal	92.47	155.36	De T12 a T11	Dominado
T20	Martes y jueves	12-61-0	92.55	212.21	De T12 a T20	No Dominado
T10	Martes y jueves	18-18-18	93.69	154.14	De T20 a T10	Dominado
T17	Martes y jueves	13-40-13	93.69	197.68	De T20 a T17	Dominado
T5	Lunes	9-45-15	93.92	150.56	De T20 a T5	Dominado
T13	Lunes	20-20-20	93.92	197.45	De T20 a T13	Dominado
T23	Martes y jueves	K-Fol	95.02	209.74	De T20 a T23	Dominado
T8	Martes y jueves	Raizal	95.21	152.62	De T20 a T8	Dominado
T16	Martes y jueves	20-20-20	98.27	193.10	De T20 a T16	Dominado
T27	Martes y jueves	9-45-15	102.18	262.86	De T20 a T27	No Dominado
T15	Lunes, miércoles y viernes	12-61-0	183.75	107.61	De T27 a T15	Dominado
T14	Lunes, miércoles y viernes	18-18-18	185.43	105.93	De T27 a T14	Dominado
T19	Lunes, miércoles y viernes	13-40-13	185.43	119.33	De T27 a T19	Dominado
T6	Lunes, miércoles y viernes	K-Fol	187.39	60.43	De T27 a T6	Dominado
T2	Lunes, miércoles y viernes	Raizal	187.67	26.66	De T27 a T2	Dominado
T22	Lunes, miércoles y viernes	20-20-20	192.18	112.58	De T27 a T22	Dominado
T24	Lunes, miércoles y viernes	9-45-15	192.18	142.72	De T27 a T24	Dominado
T26	Todos los días	12-61-0	276.30	58.60	De T27 a T26	Dominado
T4	Todos los días	13-40-13	279.12	-34.64	De T27 a T4	Dominado
T21	Todos los días	18-18-18	279.12	25.64	De T27 a T21	Dominado
T18	Todos los días	K-Fol	282.41	22.35	De T27 a T18	Dominado
T1	Todos los días	Raizal	282.88	-98.68	De T27 a T1	Dominado
T25	Todos los días	9-45-15	290.45	44.46	De T27 a T25	Dominado
T28	Todos los días	20-20-20	290.45	165.02	De T27 a T28	Dominado

Fuente: Fase de campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 11. Tasa de retorno marginal (Presupuestos parciales).

No Dominados	Tratamiento Frecuencia/Hidrosoluble		Beneficio Neto	Costos Varían.	ABN Beneficio Neto	ACV Cambio costo que varían.	TRM%
T3	Lunes	12-61-0	123.13	91.21	0	0	0.00
T7	Lunes	18-18-18	156.08	91.75	32.95	0.54	6101.85
T12	Lunes	13-40-13	156.08	91.75	0	0	0.00
T20	Martes y jueves	12-61-0	212.21	92.55	56.13	0.8	7016.25
T27	Martes y jueves	9-45-15	262.86	102.18	50.65	9.63	525.96

Fuente: Fase de campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Tabla 12. Análisis de residuos (Presupuestos parciales).

No Dominados	Tratamiento Frecuencia/Hidrosoluble		Costo que Varía	Beneficio Neto	Costo de Oportunidad	Residuo
T3	Lunes	12-61-0	Q 91.21	Q 123.13	Q 91.206	Q 31.92
T7	Lunes	18-18-18	Q 91.75	Q 156.08	Q 91.746	Q 64.33
T12	Lunes	13-40-13	Q 91.75	Q 156.08	Q 91.746	Q 64.33
T20	Martes y jueves	12-61-0	Q 92.55	Q 212.21	Q 92.546	Q 119.7
T27	Martes y jueves	9-45-15	Q 102.18	Q 262.86	Q 102.18	Q 160.7

Fuente: Fase de campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro. 13. Precio de campo de los productos hidrosolubles de la casa comercial y costos del jornal de trabajo (Presupuestos parciales).

Precio de Campo de los Hidrosolubles:	
Producto Hidrosoluble	Precio de Mercado.
20-20-20	$(40*1) + (4+90)/2 = Q87$ el Kilo.
9-45-15	$(40*1) + (4+90)/2 = Q87$ el Kilo.
12-61-0	$(20*1) + (4+90)/2 = Q67$ el Kilo.
K-Fol	$(85*1) + (4+90)/2 = Q132$ el Kilo.
18-18-18	$(50*1) + (4+90)/2 = Q97$ el Kilo.
13-40-13	$(50*1) + (4+90)/2 = Q97$ el Kilo.
Raizal	$(90*1) + (4+90)/2 = Q137$ el Kilo.
Total.	Q 704.00
* Costo por Jornal Q90.00 de trabajo al día.	
*Costo por Viaje ida y Vuelta Q4.00	

Fuente: Fase ce campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 14. Estimación del precio de campo del producto papa. (Presupuestos parciales).

Estimación del precio de campo del Producto papa.
Precio del mercado unidad de papa Q 4.00 % _u
$PCB = Q 4.00 - (4+2)*90/9,710 = 3.94$ % _u
* 4 Jornales/Cosecha.
*2 Jornales/ comercialización.
9,710 Tubérculos/m ² en todos los tratamientos evaluados.
Q90.00 por Jornal.

Fuente: Fase ce campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle.

Cuadro 15. Croquis del diseño experimental.

Área utilizado en el invernadero fue de 37.58 metros cuadrados.

Repetición I.

Parcela grande primera frecuencia de riego lunes, miércoles y viernes.

Tratamiento 1	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 5	Tratamiento 4
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Repetición II.

Parcela grande segunda frecuencia de riego martes y jueves.

Tratamiento 1	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 5	Tratamiento 4
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Repetición III.

Parcela grande tercera frecuencia de riego lunes, martes, miércoles, jueves y viernes.

Tratamiento 7	Tratamiento 3	Tratamiento 5	Tratamiento 1	Tratamiento 4	Tratamiento 2	Tratamiento 6
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Repetición IV.

Parcela grande cuarta frecuencia de riego solo lunes.

Tratamiento 5	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 7	Tratamiento 1	Tratamiento 6	Tratamiento 4
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

De la misma manera se implementaron las demás repeticiones:

Parcela grande representó las cuatro frecuencias de riego, Parcela pequeña representó a los siete fertilizantes. Cada bolsa tuvo un diámetro de 26 centímetros de ancho por 26 centímetros de largo con capacidad para 25 libras, se utilizó 2 bolsas por unidad experimental, 224 bolsas en todo el experimento. 448 tubérculos semilla se utilizaron en toda la evaluación, 2 tubérculos semilla por bolsa se sembraron. La unidad experimental midió 0.11 m²

Las dimensiones del invernadero es de 2,700 m²

Fuente: Fase de Campo y Gabinete –ICTA- Labor Ovalle

16. Fotografías de las actividades realizadas en el campo, durante la evaluación de frecuencias de riego y productos hidrosolubles en la producción de semilla pre básica de papa (*Solaum tuberosum*), bajo condiciones controladas en el -ICTA-, Olintepeque, Quetzaltenango.



En la fotografía 1. Se puede apreciar la desinfección del suelo de invernadero, con el ingrediente activo Metam Sodio (Mercenario)

Fuente: Fase de campo y gabinete. ICTA Labor Ovalle.
Foto 1

En la fotografía 2. Se puede apreciar el llenado de 224 bolsas de plástico, con suelo esterilizado, que sirvieron para la siembra de la semilla pre básica de papa.



Fuente: Fase de campo y gabinete. ICTA Labor Ovalle.
Foto 2



En la fotografía 3. Se observa a los fertilizantes solubles que se evaluaron, todos en presentación de 1 kilogramo.

Fuente: Fase de campo y gabinete. ICTA Labor Ovalle.
Foto 3.



Foto 4

Fuente: Fase de campo y gabinete. ICTA Labor Ovalle.



Foto 5

En las fotografías 4 y 5. Se visualiza a las 112 unidades experimentales que se evaluaron, 4 frecuencias de riego, 7 fertilizantes solubles y 4 repeticiones. La planta de papa en desarrollo con 30 días de haberla sembrada.



Foto 6

Fuente: Fase de campo y gabinete. ICTA Labor Ovalle.



Foto 7

En las fotografías 6 y 7. Se muestra a la planta de papa con un crecimiento de 60 días, superando una altura promedio de 55 centímetros. Se hace la medición con una cinta métrica y se observa que debido a su altura fue necesario tutorar a las plantas.



Foto 8

Fuente: Fase de campo y gabinete. ICTA Labor Ovalle.



Foto 9

En las fotografías 8 y 9. Se visualiza la defoliación de la planta con el ingrediente activo Gramoxone® (paraquat) al cumplir los 75 días de crecimiento. Se observa la cosecha de la papa y el registro de datos.



Foto 10

Fuente: Fase de campo y gabinete. ICTA Labor Ovalle.



Foto 11

En las fotografías 10 y 11. Se muestra la medición y clasificación del tubérculo, según la tabla del CIP en cinco categorías primera, segunda, tercera, cuarta y rechazo.