

CAPITULO I

1.- DISEÑO TEORICO.

1.1.- INTRODUCCION

En el país, el uso de materia orgánica por los agricultores es muy restringido, debido a que se requiere aplicar en grandes cantidades, para cubrir los requerimientos nutrimentales de los cultivos; esto, incrementa las necesidades de mano de obra y tiempo, en comparación con los abonos químicos que son de más fácil manejo; sin embargo, el uso continuo y exclusivo de abonos inorgánicos reduce el contenido de materia orgánica en el suelo, causando serios problemas nutrimentales; así, se presentan síntomas de deficiencia por carencia de los elementos que no son aplicados con los fertilizantes, disminuyendo la resistencia a enfermedades y los rendimientos de los cultivos (INIAP, 2.007).

La papa en nuestro medio se desarrolla en terrenos irregulares, extrae grandes cantidades de nutrientes del suelo; por lo que, es indispensable conocer la cantidad de nutrientes que el mismo dispone y la cantidad que es necesario adicionar a fin de obtener altos rendimientos. En los últimos años la productividad de los diferentes cultivos ha disminuido a causa del uso intensivo del suelo provocando erosión e influencia climática y mal uso de los fertilizantes (Merchán, *et.al.* 2.008).

La fertilidad del suelo está determinada por las propiedades físicas, químicas y biológicas, particularidades que representan la capacidad del suelo para sustentar el desarrollo de las plantas. Entre las propiedades determinantes de la fertilidad del suelo figura el contenido de: materia orgánica, dicho contenido dependerá de las prácticas de manejo del suelo, las condiciones climáticas, así como de las características inherentes del mismo como mineralogía y distribución del tamaño de las partículas. Se esperan contenidos más elevados de materia orgánica en suelos dominados por partículas más finas y ricos en materiales amorfos, lo cual ha sido explicado por procesos de estabilización química (complejación) y física

(agregación). De ahí que , la magnitud de respuesta a la aplicación de abonos orgánicos es específica para cada tipo de suelo (Alvarado, 2.008).

Los últimos avances científicos han evidenciado que el exceso de fertilizantes químicos es más nocivo que beneficioso, debido al desequilibrio biológico que ocasionan en el suelo; y el consecuente deterioro de las características físico-químicas, lo que contribuye a su degradación. Desde este enfoque, los usos de abonos orgánicos junto con otras prácticas de manejo garantizan un alto nivel de la calidad del suelo, además implica mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas (Suqilanda, 2.008).

La utilización de abonos orgánicos aumenta la disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, esta disponibilidad es lenta, baja y variable con respecto a los fertilizantes minerales. Cada abono orgánico tiene una tasa de mineralización específica, por ejemplo, materiales frescos de gallinaza, fluctúan entre varias semanas, mientras el compost en varios meses. Además de la disponibilidad directa de nutrientes, luego de la aplicación de abonos orgánicos se espera un aumento de la productividad del suelo a través del incremento de la capacidad de intercambio catiónico, la formación y estabilización de agregados, el aumento en la capacidad de retención de agua, una mejor regulación de temperatura, el incremento de la población de macro y microorganismos y la protección de la erosión (Henríquez, et al. 2.008).

Las recomendaciones para el uso de abonos orgánicos, están basadas en experiencias de otros países, en cuyo sistema de producción los resultados han sido sobresalientes, mientras que en las condiciones de manejo del productor boliviano no se han logrado resultados iguales, quizá por las condiciones medio ambientales y socioeconómicas diferentes de una realidad y otra; también por la calidad del producto final que se está obteniendo con el uso de metodologías inadecuadas en el proceso de elaboración de bioabonos (Benzing, 2.001).

1.2.- Justificación

La papa o patata, de nombre científico *Solanum tuberosum*, tiene una antigüedad de ocho mil años y fue domesticada por pobladores del antiguo Perú que vivían en las proximidades del lago Titicaca, el más alto del mundo. La papa es el principal alimento, con la que se elaboran diversos platos. La papa es uno de los cuatro alimentos más importantes del mundo y su contribución a la alimentación es muy importante.

La papa tiene un alto nivel nutricional y además tiene la capacidad de producir más calorías que cualquier otro cultivo, con flexibilidad para producirla en una gran diversidad de climas. De acuerdo con sus características principales, la papa está compuesta por agua, almidón, minerales y vitaminas. Los fertilizantes químicos son los más utilizados en el desarrollo del cultivo de papa, que utiliza fertilizantes y pesticidas químicos, cambiando la biología natural y contaminando los suelos, las aguas y ríos.

El uso de agroquímicos en la producción de cultivos ha sido cuestionado en todo el mundo porque los efectos de estos productos sintéticos pueden causar serios trastornos en el medio ambiente. Frente a esta situación nace la agricultura orgánica, o ecológica como un arte y ciencia empleados para obtener productos agrícolas sanos mediante técnicas que favorecen la salud humana y protegen el medio ambiente. Sin tener que recurrir al uso de agrotóxicos ya sean fertilizantes o biocidas. Es considerado un sistema de producción con sostenibilidad orgánica, social y económica. Se rige con principios básicos consensuados, publicados en medios internacionales de los movimientos de la agricultura orgánica. Estos principios consisten en conservar los recursos naturales, la biodiversidad del suelo y agua; y en implementar al máximo los procesos y principios ecológicos en agro ecosistemas con el objetivo de conservar la fertilidad del suelo. Para ello, con el presente trabajo de investigación, se quiere investigar la importancia que tiene la fertilización química y orgánica en la producción de semilla de papa Desiree (*Solanum tuberosum L.*), en la comunidad de Lampaya, provincia Modesto Omiste – Villazón.

1.3.- ANÁLISIS DE CONTEXTO

El área de estudio es en la comunidad de Lampaya; se encuentra ubicada en el municipio de Villazón, provincia Modesto Omiste del departamento de Potosí, más propiamente en la zona central que representa el 47,13% de la superficie total del municipio, siendo la zona de mayor extensión territorial de la provincia que contempla las comunidades de Cuartos a una altura de 3.465 msnm; Lampaya a una altura de 3.484 msnm; Corral Blanco a una altura de 3.593 msnm; La Hoyada a una altura de 3.521 msnm; Ojo de Agua a una altura de 3.471 msnm; Mojo que está a una altura de 3.433 msnm; el cual representa una ventaja cuando se trata de la producción de semilla de papa.

La extensión territorial del municipio de Villazón es de 2.260 km² que equivale a 226.000 Ha. que representa el 1,91 % con relación a la extensión del departamento de Potosí (118.218 km²).

1.4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Si analizamos que Villazón tiene como principal actividad en el rubro agrícola es la de producir semilla de papa, es importante hacer notar que los usos de fertilizantes químicos tuvieron su auge con resultados positivos para aumentar la producción, éstos por su excesiva y mala utilización poco a poco están contribuyendo a la degradación y erosión del suelo con la consecuente pérdida de su capacidad productiva.

Ciertamente la utilización de los fertilizantes químicos pueden con frecuencia duplicar y hasta triplicar los rendimientos de los cultivos y que aplicando en dosis y lugares correctos, los nutrientes que aportan éstos hacen que el cultivo vegete mejor, crezca con mayor rapidez, desarrolle más y por ende rinda más, si estos son utilizados como única fuente de nutrientes y repetidas veces (principalmente en suelos arcillosos

y a secano), este suelo con el tiempo se verá degradado y erosionado perdiendo considerablemente sus características físicas, químicas y biológicas.

Siendo la semilla de papa el cultivo de mayor importancia para el consumo humano y la comercialización principalmente para el productor agrícola de esta región, merece singular atención el realizar estudios para mejorar tanto la calidad como los rendimientos, utilizando algunas alternativas a los fertilizantes químicos como es la aplicación de abonos orgánicos y comparar los resultados, tomando en cuenta siempre que éstas conserven y/o mejoren las características del suelo y hagan que éste sea un medio de producción y desarrollo sostenible en el tiempo.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1.- OBJETIVO GENERAL

Evaluar los rendimientos de la semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), con la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos en la comunidad de Lampaya, Provincia Modesto Omiste – Villazón.

1.5.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

En la presente investigación se pretende:

- Evaluar el efecto de los Fertilizantes Químicos y Orgánicos, en el rendimiento de semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*), en la comunidad de Lampaya, Provincia Modesto Omiste – Villazón
- Establecer las dosis adecuadas de Urea (46-00-00) y de Fosfato Diamónico (18-46-00) con mayor rendimiento.
- Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos a emplearse.

CAPITULO II

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Producción mundial de la papa

Al respecto la Organización para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O.), 2.007; Da a conocer que la producción mundial de papa fue de 316,2 millones de toneladas, de una superficie de 18.816 millones de hectáreas; frente al año 2.000 se observa una tasa negativa de crecimiento del 9,6% y una reducción de la superficie del 3,5%. . (Ver cuadro 1)

CUADRO N° 1

PAÍSES DE MAYOR PRODUCCIÓN DE PAPA A NIVEL MUNDIAL

Orden	País	Producción (Tm)	Gestión
1ro.	CHINA	96.136.320	2.014
2do.	INDIA	46.395.000	2.014
3ro.	RUSIA	31.501.354	2.014
4to.	UCRANIA	23.693.350	2.014
5to.	E.U.A.	20.056.500	2.014
6to.	ALEMANIA	11.607.300	2.014
7mo.	BANGLADESH	9.435.150	2.014
8vo.	FRANCIA	8.054.500	2.014
9no.	POLONIA	7.689.180	2.014
10mo.	HOLANDA	7.100.258	2.014

FUENTE: F.A.O. - ULTIMA FECHA DE REGISTRO

2.2.2. Producción de la papa en Bolivia

En Bolivia la producción de papa en el último decenio se ha incrementado de manera constante, gracias al aumento de la productividad, principalmente. Es así que en el año 2.006 ocupó el séptimo lugar de la producción en América Latina.

De acuerdo al registro del Programa Nacional de Semillas (P.N.S.), anualmente se tiene en Bolivia una superficie sembrada de papa en el rango de 138.800 ha (1.999). De las cuales se estima que la semilla certificada abarca una superficie de 3.839 ha. Cultivadas. (FAOSTAT 2.006) (Ver cuadro 2)

CUADRO N° 2
PRODUCCIÓN DE PAPA EN BOLIVIA

Departamento	Producción Tm	Superficie
La paz	200.599	34.439
Potosi	153.309	28.015
Cochabamba	136.632	20.053
Chuquisaca	112.952	18.517
Tarija	64.467	9.655
Oruro	32.481	8.555
Santa Cruz	60.511	7.708
TOTAL :	760.951	126.943

FUENTE: Unidad de Información Estudios y Política de Desarrollo Rural Sostenible. M.D.R.A.y M.A.

2.2.3. Producción de semilla de papa en Bolivia y en el departamento de Potosí

El Programa Nacional de Semillas Potosí; P.N.S. (2.003), registro, la producción de semillas desde el año 1.987 con 281 TM. Y continúa en ascenso hasta llegar a las 5.589 TM, en el año 2.003. Esta producción se realizó en 828 Ha. De cultivo de semilla de papa, en esta misma gestión. Como se puede ver, dicho progreso semillero de papa entre el año 1.987 y el año 2.003 es muy positivo.

Es decir que la tendencia de la producción de semilla es positiva, teniendo a la región de Cochabamba como la más productora de semilla de papa, comparada a las demás.

Se produjeron en el año 2.003 un total de 3.007 TM, donde se destacan las regiones de Morochata, Pocona, Totora, Mizque y Tiraque. Le sigue en importancia la región productora de Potosí, con 1.016 TM, producidas en el año 2.003, destacándose la región de Villazón como productora de semilla de papa.

Cochabamba es el primer productor de semilla de papa en Bolivia, con una producción del 54 %, luego le sigue Potosí con 21 %, Tarija con una producción de 10 %, Chuquisaca un total de 7 %, La paz alcanza un total de 5 %, y finalmente Santa Cruz con 3 % del total nacional.

2.2.4. Aspectos productivos del cultivo de la papa

Señalan que el potencial de rendimiento máximo de la papa está en función de su constitución genética y su interacción con factores medioambientales como: la temperatura, humedad, energía radiada, composición de la atmósfera, reacción del suelo, contenido de gas del suelo, factores bióticos, suministro de alimentos, nutrientes minerales, etc. (Tisdale y Nelson 1.970)

2.2.5. Época de siembra

Expresa que la época de siembra de este cultivo es muy variable, debido a las diversas condiciones en que se efectúa. En las regiones tropicales bajas y calientes, si los cultivos son de secano, las siembras deberán hacerse en la entrada de la estación lluviosa, mientras que en los otros casos estará determinada por la posibilidad de la semilla y la demanda de los mercados. En las regiones altas y frías se tendrá la misma consideración anterior, tratándose de escapar al factor helada, que son más frecuentes.

Iriarte, I; Franco J. Ortuño N. (IBTA-PROIMPA), Determinaron, que las mejores épocas de siembra por sus rendimientos, resultaron ser los meses de Junio, Julio (mayor ingreso económico), Agosto y Septiembre (mayor rendimiento por área), y observaron mayor % de nodulación en la siembra del mes de Octubre.

Al respecto, Opazo R. (1.950), indica que solo se puede empezar a sembrar al comienzo de la estación normal del cultivo, para evitar contingencias climáticas. (Montaldo A. 1.984)

2.2.6. Clima para producción de la papa, con referencia en zonas altas

2.2.6.1.- TIERRAS FRÍAS

2.2.6.1.1.- ANDINA BAJA (ALTIPLANO): Según los trabajos de investigación de Montaldo (1.984), expresa que estas zonas tienen la particularidad de producir papa, cebada, quinua, cañihua, ulluco, y oca.

Según Papadakis(1.975), son regiones que solo producen: papa, cebada, quinua, cañihua y ulluco.

CARACTERÍSTICAS:

- Temperatura más baja del mes más caluroso $> 0^{\circ} \text{C}$.
- Altitud superior a 500 m.s.n.m.
- Heladas frecuentes.
- Están representadas por las zonas paperas de Oruro (Bolivia), Puno (Perú), y Tesiutlal (México).

2.2.6.1.2.- ANDINA ALTA (ALTIPLANO): Según Papadakis (1.975), indica que estas son regiones que solo producen: papas amargas que se utilizan para hacer chuños, a esta especie añade los cultivos de cañihua, ulluco, y oca ya que son resistentes a las heladas.

CARACTERÍSTICAS:

- Temperatura más baja del mes más caluroso $< 0^{\circ} \text{C}$.
- Noches muy frías.
- Heladas muy frecuentes.
- Latitud $< \text{de } 32^{\circ} 30'$

2.2.7. Influencia de la temperatura en el cultivo de la papa

Según Borah y Milthorpe (1.959), se tiene una emergencia más rápida a altas temperaturas y que esta ocurre a los 22° C. dos semanas antes que a los 13 ° C. la temperatura óptima para la formación de los tubérculos es a 20 ° C. y que a los 15 y 25 ° C. la formación de los tubérculos se inicia una y tres semanas más tarde.

Bodlaender (1.963), respecto a los alargamientos de tallos, indica que este es nulo a los 6 ° C. lento a los 9° C. y optimo a los 18° C. por otra parte un gran número de hojas se forma a altas temperaturas, comparando con las formadas a bajas temperaturas, las hojas en general tienen hojuelas más grandes y son más lisas a bajas temperaturas. Este mismo autor indica como temperatura óptima para el desarrollo de las hojas es entre 12 – 14° C. y para tallos a los 18° C. y que el número de tubérculos por planta es mayor a baja que a alta temperatura, y que los pesos máximos de los tubérculos se han encontrado a temperaturas intermedias.

2.2.7.1. Fotoperiodo

Todas las variedades de papa crecen más en días más largos y disminuyen su crecimiento cuando los días se acortan. Sin embargo, esta condición no es muy marcada en el Trópico, donde el largo de los días es casi igual todo el año y donde el factor temperatura parase sobreponerse al fotoperiodismo. Montaldo (1.984).

Driver y Hawkers (1.943), respecto al efecto del fotoperiodismo en la tuberización, mencionan que la formación de los tubérculos depende de la cantidad de carbohidratos disponibles, producto de la fotosíntesis, después de haber satisfecho las necesidades para el crecimiento. Un largo fotoperiodo estimula al crecimiento vegetativo, mientras que un fotoperiodo corto en cierta forma restringe el crecimiento vegetativo, pero no reduce los productos totales de la fotosíntesis.

2.2.7.2. Almacenamiento de la papa

El Instituto de Producción y Sanidad Vegetal (Universidad de Chile), envase a los estudios realizados, manifiestan que para un buen almacenamiento de las semillas se debe considerar los siguientes aspectos:

2.2.7.2.1.- Temperatura de acuerdo al objetivo

- Papa consumo, para un periodo de guarda de 5 a 9 meses es de 4 – 5 °C.
- Papa semilla, para un periodo de guarda de 5 a 9 meses es de 4 – 5° C.
- Industria, como el tiempo de almacenaje no es prolongado se recomienda una temperatura de 8 – 10° C. Esto porque si se almacenan a temperaturas menores, aumenta la concentración de azúcar totales y reductores, cambiando además de color, siendo este más oscuro, esto hace que al freír las papas estas cambien el sabor y el color, además se recomienda el uso de un antibrotante. Si se requiere de un mayor tiempo la temperatura debe bajarse por no más de 30 días y después subir a 15-18° C. para que los azúcares reductores se transformen en almidón.

2.2.7.2.2.- Humedad

Para cualquier objetivo productivo la humedad relativa debe ser sobre 95% Tubérculos almacenados a baja humedad relativa se deshidratan y se ponen blandos con mayor rapidez. Una humedad relativa alta del aire es peligrosa, ya que se depositará humedad libre sobre los tubérculos. Esto hará que los poros de respiración se hinchen, facilitando la entrada de bacterias.

2.2.7.2.3.- Ventilación intermitente

La ventilación de la bodega y de las papas mediante circulación forzada de aire humidificado artificialmente, es el medio mas barato para controlar la temperatura y la humedad de las bodegas a los niveles requeridos para la buena conservación de la papa. Adicionalmente, la ventilación se utiliza para secar aquellos lotes de papas que ingresan mojados a la bodega y para aplicar oportunamente los inhibidores de brotes, al término del periodo de cicatrización de las heridas de los tubérculos. La cantidad de aire que se hace pasar por las papas debe ser la necesaria para obtener su enfriamiento hasta la temperatura requerida en un plazo de unos 60 días contados desde el término del periodo de cicatrizar las heridas de las papas. Un exceso de aire no aumenta significativamente la velocidad del enfriamiento, pero si aumenta el grado de deshidratación y de ablandamiento y la mancha negra de los tubérculos. Una

cantidad insuficiente de aire no enfría las papas con la rapidez requerida. La falta de aireación provocada por bodegas muy cerradas, papas amontonadas en rumas muy altas, sin adecuada aireación provocarán corazón negro por falta de oxígeno.

2.2.7.2.4.- Luz indirecta sólo en almacenaje de semilla de papa

Esto favorece el rompimiento de la latencia, el desarrollo de brotes cortos y vigorosos, y una mayor firmeza en la piel. Tubérculos para consumo deben almacenarse en oscuridad.

Por otro lado, Montaldo, A. (1.984), manifiesta que las papas almacenadas pasan por los periodos de curación, reposo o guarda y brotación, recomendándose las siguientes temperaturas de almacenamiento. Papa consumo, temperaturas uniformes de 4 – 7° C. y una humedad de 85 – 90%; papa semilla T° de 3,5°C. y 90% de H° relativa en el almacén.

Según las exigencias del Manual de Normas de Certificación (1.999), el almacenamiento de la semilla deberá efectuarse, en instalaciones adecuadas. Los lotes de semilla tienen que estar debidamente identificados, de tal manera que permita el muestreo y etiquetación respectiva.

Al respecto Pardavé C. (2.004), indica que el objeto de almacenar papas como semilla, es conservar su vigor y la tendencia a formar brotes fuertes y sanos. El tubérculo de la papa es un producto vegetal vivo que respira y transpira, y los factores ambientales que influyen son la temperatura, ventilación, humedad y luz, estos factores provocaran en el tubérculo cambios fisiológicos y químicos, cambios en brotación, respiración, coloración, sabor.

La conservación de las patatas es una etapa muy importante en todo el proceso, ya que limita las pérdidas de peso, impide la brotación y desarrollo de enfermedades y mantiene la calidad de los tubérculos. (Palomiro, R. 2.003),

2.2.7.3. Periodo de reposo de los tubérculos

La papa pasa por un periodo de reposo inmediato, después de la cosecha, durante el cual no desarrolla brotes, aunque se mantenga bajo condiciones favorables de desarrollo. Colección Agronegocios, (1.994), la dormancia, es el estado durante el cual las yemas se encuentran inactivas, sin proceso de diferenciación de tejidos ni división celular, por causas endógenas.

Para Palomiro R. (2.003), según su propia experiencia, indica que es el periodo que transcurre entre la cosecha y la brotación, para el tubérculo semilla dura de 2 – 3 meses y para semilla sexual de 4 – 6 meses.

Según el criterio de Montaldo, A. (1.984), durante este periodo los tubérculos de papa se mantienen dentro de su reposo natural que va desde cero días hasta los 5 meses dependiendo de las variedades y la temperatura de almacenamiento. (Boock. 1991)

2.2.8. Factores que afectan la duración del periodo de reposo

2.2.8.1.- Variedad de la papa

Es evidente pensar que el periodo de reposo es influenciado por factores propios de la semilla o ajenas a ella, es así que: Van Der Saag. (1.973), expresa que el reposo del tubérculo puede durar desde menos de un mes hasta varios meses. La duración del periodo de reposo no está relacionada con la duración del periodo vegetativo de una variedad, una variedad precoz no necesariamente tiene un periodo de reposo corto.

2.2.8.2.- Temperatura en el almacenamiento

Las temperaturas altas durante el almacenamiento reducen el periodo de reposo. En algunas variedades una temperatura fluctuante de almacenamiento o un “golpe de frío” de 2 a 4 semanas de bajas temperaturas ($< 10^{\circ}\text{C}$), es más efectivo para acortar el periodo de reposo que un almacenamiento a una temperatura constante. Wiersema, S:G: (1.985).

2.2.8.3.- Daños en el tubérculo

Wiersema, S:G: (1.985), destaca que los daños mecánicos causados en el tubérculo en el momento de la cosecha y por ataque de enfermedades e insectos, reducen el periodo de reposo.

2.2.8.4.- Madurez del tubérculo

Wiersema, S:G: (1.985), manifiesta que los tubérculos inmaduros tienen usualmente un periodo de reposo más largo en contraste a los tubérculos maduros.

De igual manera Van Der Saag. (1.973), señala que si una patata que se arranca antes de la maduración tiene un periodo de reposo más largo, que una patata cosechada en estado maduro. Pero por haberse cosechado en fecha más temprana, lógicamente llegara antes al final de su reposo que la patata cosechada en estado de plena madurez.

2.2.9. Ruptura del periodo de reposo

Al respecto: Martínez, C.; Huaman, Z. (1.978), se refieren. El periodo de reposo de los tubérculos de papa puede romperse o acelerarse por varios tratamientos mecánicos o químicos, como el corte del tubérculo o aplicaciones de sustancias como la clorhidrina de etileno, glutación o thiourea, sustancias que no solamente rompen dormancia, si no que fuerza el crecimiento de todas las yemas, estimulando el brotamiento múltiple del tubérculo.

Por su parte: Bryan,E:J: (1.989), manifiesta que los tubérculos en los que se ha roto el periodo de reposo por tratamientos químicos, muestra generalmente dominancia apical, fenómeno que consiste en que sólo un ojo en el tubérculo llega a producir un brote único.

Este sucede en muchas variedades dando lugar una planta de un solo tallo, lo cual es indeseable debido a que se obtiene pocos tubérculos de gran tamaño.

2.2.10. Periodo de brotación de los tubérculos

La brotación se intensifica la respiración por una mayor actividad fisiológica, a medida que los brotes se desarrollan la pérdida de peso de los tubérculos es mayor. En sus publicaciones Pardavé, C. (2.004), manifiesta que gracias al periodo de brotación comienza, la pérdida de humedad en el tubérculo, se deshidratan y pierden sabor y vitamina C.

Al respecto de la brotación Palomino R. (2.003), indica que este proceso ocurre, cuando comienza a emerger las yemas de los tubérculos pronosticando la época de siembra. (Montaldo A. 1984)

2.2.11. Factores que afectan el desarrollo de los brotes

Entre los factores más sobresalientes podemos indicar:

2.2.11.1.- Dominancia apical

Según Alvarado,L.F. (1.988), menciona que es una característica varietal que estimula el crecimiento del brote apical e inhibe el crecimiento de los brotes laterales. Esta característica no se presenta en todas las variedades. El mismo autor describe que cuando se siembra una semilla en estado de dominancia apical, el número de tallos principales por planta será bajo. El desbrote del tubérculo en las variedades que presentan dominancia apical estimula el desarrollo de mayor número de brotes por semilla y por lo tanto, el número de tallos por planta.

Mientras que Wiersema,S.G. (1.985), expone que frecuentemente la yema apical empieza a brotar primero, marcando el comienzo del estado de dominancia apical. El sembrar tubérculos con un solo brote, da lugar a un solo tallo y consecuentemente los rendimientos son reducidos.

Por su parte Martinez,C. y Huaman,Z. (1.987), mencionan que la duración de la dominancia apical difiere considerablemente entre variedades y puede ser afectada por las condiciones de almacenamiento. La dominancia apical se mantiene cuando los tubérculos son almacenados entre 15 – 20° C.

La dominancia de los brotes apicales se puede evitar:

- a) Pasando de una conservación en ambiente frío a condiciones propicias al crecimiento de los brotes (temperaturas de 20^a C. y humedad ambiental elevada); esto promovería el crecimiento de los brotes, observándose brotamiento múltiple.
- b) Eliminando el brote apical del tubérculo se puede inducir a la formación de brotes múltiples que da lugar a varios tallos por planta.

Wissar R.G. (1.992), indica que los tubérculos de papa presentan una fuerte dominancia apical, es decir que al término del periodo de dormancia la yema apical es la primera en iniciar su crecimiento. En algunas variedades esta dominancia apical es tan marcada que el crecimiento de las yemas laterales solo se inicia con la eliminación del brote terminal. Diversos factores ambientales afectan la dominancia apical tales como la luz y la temperatura. En general todo factor que impide el excesivo crecimiento del brote terminal en relación a los brotes laterales tiende a disminuir la dominancia apical.

El mismo autor también sostiene que el paso del estado de reposo al de brotación no se puede definir con precisión, habiendo un espacio bastante grande durante el cual el movimiento de los brotes es muy lento a pesar de que la temperatura sea elevada y el aire húmedo, y que en caso de un ambiente seco y temperaturas de 3 – 12° C. es prácticamente nulo.

En este periodo de transición, que en algunas variedades puede ser bastante largo, con frecuencia se ve que es el ojo Terminal el que comienza a brotar frenando la evolución de los demás ojos. Incluso mejorando interiormente las condiciones para la brotación; se verá que con frecuencia que es aquel único brote (a veces dos o tres), el que continúa aprovechándose de tal mejora, sin que los demás muestren desarrollo notable. Sin embargo, una vez eliminado el brote terminal, los demás ojos no tardan en abotonar.

2.2.11.2.- Desbrote del tubérculo

El desbrote del tubérculos según Alvarado, L.F. (1.988), es una práctica útil para estimular el pronto desarrollo de los brotes laterales cuando hay dominancia apical y obtener un mayor número de tallos por planta.

El no efectuar el desbrote según Wiersema,S.G. (1.985), genera competencia dentro de cada planta y se presenta un alto número de tallos por planta, con lo cual se consigue controlar el tamaño de los tubérculos en las variedades que tienden a engrosar demasiado.

Cortbaque, R. (1.992), menciona que si solo están disponibles tubérculos con brotes apicales, la remoción de los brotes apicales induce la formación de brotes múltiples y conduce a un cultivo uniforme con varios tallos por planta.

Al respecto Escande, A. (1.987), se refiere. El desbrote generalmente se hace a fines de agosto cuando los brotes de la semilla de papa conservadas en pilas alcanzan a una longitud superior a dos centímetros se produce el desbrote. Esta operación se realiza con el fin de evitar que los tubérculos pierdan excesivas reservas, vigor fisiológico y para obtener tubérculos con brotes múltiples. Los tubérculos conservados en bodegas refrigerados no requieren desbrote.

2.2.11.3.- Proceso de eliminación del brote apical

Para una buena práctica de desbrote Hidalgo, A.C. (1.988), recomienda realizar, cogiendo con la mano el tubérculo y con la yema de los dedos el brote se hace girar suavemente, obteniendo un desprendimiento fácil sin dañar los ojos.

Al respecto Wiersema, S.G. (1.985), indica que el desbrote consiste simplemente en la eliminación del brote apical con la ayuda de la mano, tubérculo por tubérculo, teniendo siempre cuidado de no producir lesiones.

2.2.11.4.- Temperatura de almacenamiento

En base a los trabajos de investigación concretadas Alvarado, L.F. (1.986), menciona que las temperaturas de almacenamiento ejercen una gran influencia sobre el desarrollo y crecimiento de los brotes y el potencial de producción de los tubérculos semilla. Las temperaturas altas de almacenamiento favorecen el crecimiento de los brotes, mientras que las temperaturas bajas lo retardan.

2.2.11.5.- Intensidad de luz en el almacén

A bajas intensidades de luz, el desarrollo de los brotes se estimula y el desarrollo del tubérculo se retrasa. La diferencia en la intensidad de la luz a altas y bajas altitudes puede influir en la forma del desarrollo. Alvarado, L.F. (1.986).

2.2.11.6.- Tamaño del tubérculo semilla

Las plantas que emerge del sub suelo viven por los nutrientes suministrados por el tubérculo semilla, que debe ser suficientemente grande para atender esta demanda inicial. Los tubérculos más grandes compensan mejor las condiciones pobres de crecimiento o al daño por las heladas. Por otro lado, como los tubérculos semilla se venden al peso, la siembra de los tubérculos grandes es más costosa. En la mayoría de los casos un tubérculo semilla de tamaño mediano es lo más aconsejable. Alvarado, L.F. (1.986).

Independientemente Van Der Saag, (1.973), realiza la siguiente comparación entre semilla grande y semilla pequeña; una semilla grande contiene mayor cantidad de ojos, que da lugar a mayor número de brotes vigorosos y como consecuencia mayor número de tallos.

2.2.1.2.- Características de la semilla de papa

Para Palomino, R. (2.003), se llama semilla al tubérculo seleccionado, o destinado para la producción de la papa; pero la verdadera semilla es producida en una baya, en cuyo interior se encuentran la semilla sexual.

Estrada N. (1.998), los principales factores que pueden determinar el éxito en el empleo de semilla de papa son:

- Factibilidad para obtener abundante semilla
- Uniformidad de las plantas en el campo
- Uniformidad de los tubérculos por forma y color de piel
- Alto vigor, manifestándose en el desarrollo del follaje.
- Rusticidad a las condiciones de campo
- Progenie resistente a las enfermedades.

Montaldo, A. (1.984), considera como semilla si corresponde a la variedad adecuada, si los tubérculos son firmes, no muy grandes, y si está libre de daños, insectos y enfermedades.

Pardavé, C. (2.004), la semilla de papa, se expresa en calibre, pureza varietal, sanidad, y vigor. Generalmente se recomienda el tamaño de un huevo de gallina. (**Ver cuadro 3**)

El Manual de normas de Certificación (1.999), establece que se utilizará la siguiente escala para la clasificación por tamaños de los tubérculos, con un rango de tolerancia de más o menos 4%.

CUADRO N° 3

TAMAÑO DE SEMILLA SEGÚN NORMAS DE CERTIFICACIÓN VIGENTE

TAMAÑO	CALIBRE
I	➤ 55 mm
II	45 – 55 mm
III	30 – 45 mm
IV	20 – 30 mm

Fuente: Manual de Normas de Certificación.

2.2.1.3.- Tratamiento de la semilla de papa

2.2.13.1.- Verdeo de la semilla

Chipman (1.966), Consiste en exponer los tubérculos a la luz difusa durante un periodo antes de la siembra, para inducir la formación de brotes gruesos y cortos.

Por su parte Fernández (1.960), señala al verdeo como un tratamiento ventajoso en la conservación de la papa semilla, al final del almacenamiento cuando ha concluido el reposo normal de los tubérculos.

2.2.13.2.- Desinfección de la semilla

La desinfección consiste en el tratamiento que se hace con productos químicos a la papa semilla, entera o partida, para evitar el ataque de enfermedades fungosas y bacterianas cuyo inóculo esté presente en el suelo o vaya adherido a la propia semilla. Montaldo, A. (1.984).

Montaldo, R.; Franco, R; Montecinos, N. (1.994), IBTA-PROINPA, como resultado de la investigación, concluyen, que la enfermedad causada por (*Nacobbus aberrans*), puede ser controlada eficientemente con desinfectar las semillas utilizando, Carbonan 48 FW al 12,5% por 10 min, Vydate al 12,5% por 10 min. y Bunema al 12,5% por 10 min.

Pardavé, C. (2.004), en el suelo encontramos, en forma común algunas enfermedades que atacan a los tubérculos, éstas al cosechar pueden ir dentro de él, en la piel, o en la tierra adherida a la piel, por ello es importante, el empleo de algunos desinfectantes químicos que controlen estos patógenos.

Vise, (1.990), para controlar la infección del hongo (*Rhizoctonia solani*), experimento con tratamientos de Semesan Bel a la papa semilla y Terraclor 75 % al suelo, estos tratamientos disminuyeron, tanto el ataque de la *Rhizoctonia* en las plantas como la intensidad de infección.

2.2.14.- Extracción de nutrientes en el cultivo de la papa

Romaine, citado por Thompson (1.966), dice que una cosecha de 26 Tn/ha, de tubérculos de papa extraen en kilogramos los siguientes elementos que a continuación se detalla: (Ver cuadro 4)

CUADRO N° 4
EXTRACCIÓN DE ELEMENTOS EN PAPA (Kg/ha).

Parte	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Tubérculo	72,8	28,0	128,8
Parte aérea	67,2	11,2	61,6

Fuente: Thompson L.M. (1.966).

2.2.15. Cultivo de Papa en Bolivia

El cultivo de la papa en Bolivia es considerado el cultivo andino más importante, debido a que es considerada una fuente de ingresos y de seguridad alimentaria, especialmente para el habitante andino, ya que puede ser transformado en chuño y tunta (PROINPA, 1998).

Es el producto principal en la dieta de la población que tiene recursos limitados para diversificar su canasta de consumo (MACA, 2004). El cultivo de papa es importante porque constituye la base de la alimentación de un 80% de la población (Caero, 1984).

2.2.16.- Importancia del cultivo de semilla de papa

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es uno de los cultivos básicos para la alimentación del pueblo boliviano y uno de los pocos cultivos rentables en muchas áreas de la zona andina. Sin embargo, los rendimientos que se registran se encuentran entre los más bajos de Sud América.

De acuerdo con los estudios realizados por Beukema (1.988) en Bolivia se cultiva papa en aproximadamente 150.000 ha. Cada año, y el consumo anual per cápita es de

90 kg. , considerado uno de los más altos del mundo. También indica que en el curso de los últimos años, según las estadísticas, el rendimiento promedio nacional ha disminuido hasta 4,7 t/ha.

Las razones que explica esta lamentable disminución son: la falta de semilla de calidad y los problemas fitosanitarios que cada vez son mayores.

Ortega (1.989), señala que la buena productividad del cultivo de papa es posible con el uso de semilla de calidad, que no solo implica la incidencia y daño por enfermedades, sino también una amplia gama de propiedades (clima, fertilizantes químicos y orgánicos, y otros), que permiten la obtención de mejores cosechas.

El mismo autor señala que una semilla de alta calidad debe reunir los siguientes requisitos:

2.2.16.1.- Pureza genética o varietal: El objetivo principal de seleccionar una variedad es la de mantener su identidad con su más alto potencial de rendimiento. Esta característica permite que el agricultor adquiera la semilla de la variedad que más se adapte a sus condiciones edafo-climáticas y no una mezcla o variedad equivocada.

2.2.16.2.- Estado fisiológico: La semilla debe tener la edad fisiológica óptima al momento de la siembra para asegurar una emergencia rápida, buen número de tallos, crecimiento vigoroso con buen índice de área foliar y así obtener altos rendimientos. Esta característica es olvidada en las regulaciones y control de la calidad de la semilla.

2.2.16.3.- Estado fitosanitario: la planta de papa y sus partes son extremadamente sensibles a infecciones y ataques de Fito patógenos y plagas. Es por esto que la productividad de este cultivo depende del estado sanitario de la semilla para expresar su verdadero potencial de rendimiento.

Zeballos, (1.997), manifiesta que la papa entre los cultivos andinos, es el producto más importante de Bolivia por las siguientes razones:

- Constituye un alimento fundamental en la dieta diaria de la población boliviana tanto en cantidad como en calidad.
- Se produce en diferentes techos ecológicos del país, desde 4.250 msnm. hasta 1.600 msnm.
- Se cultiva en siete de los nueve departamentos de Bolivia.
- Amplio rango de rendimientos que van desde 4 tn/ha, hasta 20 tn/ha.
- Producción de las variedades de papa con mejor calidad de toda la región, en la zona andina boliviana.
- Considerando la estructura de minifundio de la agricultura tradicional boliviana, alrededor de 180.000 unidades familiares de producción cultivan papa. Es decir que el 28% de los campesinos del país son productores de papa. (Gandarillas y Revollo 1989)

2.2.17.- Clasificación taxonómica de la papa

Citológicamente la papa sudamericana se puede ordenar en una serie poliploide, cuyo número básico de cromosomas es 12. Así tenemos las diploides con $2n = 2x = 24$ cromosomas.

Las triploides con $2n = 3x = 36$ cromosomas, serie menos abundante en variedades y formas, más resistentes a heladas.

La tetraploides con $2n = 4x = 48$ cromosomas, grupo en el cual se encuentran las variedades cultivadas comercialmente como las andinas (Sani, Runa, Imilla, etc.), finalmente las pentaploides con $2n = 5x = 60$ cromosomas, resistentes a heladas y muy propicias para la elaboración de chuño y tunta.

Taxonomicamente la papa se halla clasificada de la siguiente manera. (Coro Martiniano-Botánica Sistemática)

Taxonomía de la papa

Reino:	Vegetal
Phylum:	Telemophytae
División:	Tracheófitae
Sub División:	Angiospermae
Clase:	Dicotiledoneas
Sub Clase:	Gamopetalas
Orden:	Polemoniales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Sub Genero:	Potatoes
Sección:	Petota
Sub Sección:	Potatoes
Series:	Tuberosa
Especie:	Tuberosum
Sub Especie:	Tuberosa
Nombre Comun:	Papa

2.2.18.- Características morfológicas

La papa es una planta herbácea, anual, que se propaga naturalmente por sus tubérculos es a la vez órgano de producción y de propagación. Se forma por engrosamiento de tejidos subapicales de estolones (rizomas) de crecimiento horizontal y subterráneo, originados en yemas subterráneas de los tallos. Constituye un tallo engrosado, de entrenudos cortos y hojas reducidas a escamas, las que al caer dejan una cicatriz prominente (“ceja” u “hombro”) y en cuya axila se encuentran yemas múltiples (“ojo”), que al brotar originan tallos de la nueva planta. (Marta I. Vigliola).

El color de la piel y de la pulpa, el número y profundidad de los ojos, la forma del tubérculo y la textura de la epidermis presentan diferencias varietales.

La peridermis de un tubérculo maduro es prácticamente impermeable a productos químicos, gases y líquidos, y representa también una buena protección contra el ataque de microorganismos y la pérdida de agua.

Las lenticelas actúan como sistema de comunicación entre el interior del tubérculo y su exterior. Son esenciales para la respiración del tubérculo, ya que el pasaje de CO₂, O₂ y agua es muy difícil a través de la epidermis.

2.2.18.1.- Raíz

Las raíces que se originan del tubérculo son adventicias, al igual que las raíces verdaderas provenientes de semilla verdadera forman un sistema fibroso y muy ramificado, se desarrollan desde los 0,20 m. hasta los 0,50 m. de profundidad. Las raíces adventicias se desarrollan a partir de los tallos subterráneos y no del tubérculo semilla. (Marta I. Vigliola)

2.2.18.2.- Tallo

En la papa se caracteriza por tener tres tipos de tallos, los tallos propiamente dichos que forman las ramas o parte aérea de la planta, los estolones que son tallos subterráneos de crecimiento horizontal y los tubérculos (tallos modificados), que se forman en el extremo de los estolones.

2.2.18.3.- Hojas

Las hojas son compuestas, imparipinada, con 3-4 pares de folíolos y 2 estipulas en la base del pecíolo. Las hojas son alternas, igual que los estolones.

Las hojas son simples lobuladas generalmente tienen también folíolos pequeños de segundo orden, sésiles entre los principales.

2.2.18.4.- Inflorescencia

La inflorescencia es cimoso y Terminal, pedunculada, las flores se encuentran ubicadas al extremo de los pedicelos, estos pedicelos tienen una articulación o punto de abscisión (se observa como un estrangulamiento), en que muchas veces por diferentes factores se detiene el desarrollo de la flor o se produce la caída del fruto.

2.2.18.5.- Flor

Las flores son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras, de fecundación autógama, el cáliz es gamosépalo lobulado de forma acampanada, de color verde o con pigmentaciones violáceas.

La corola es gamopétala, penta lobulada, de color blanco, azul, violeta, purpúrea, etc. El androceo o parte masculina está constituida por cinco estambres, cada uno posee dos anteras de color amarillo a pálido, amarillo más fuerte o anaranjado.

El gineceo o parte femenina con ovario bilocular, es de color verde. El polen es típicamente de dispersión por el viento.

La auto-polinización se realiza en forma natural, siendo relativamente rara la polinización cruzada en los tetraploides y cuando esto ocurre probablemente los insectos son los responsables. Los diploides son con muy pocas excepciones auto incompatible. (DRU. GRUPO 1.994).

2.2.18.6.- Fruto

Los frutos son Bayas de forma redonda a oval (de 2 a 3 cm. de diámetro), de color verde a amarillento o castaño-rojizo a violeta. Tienen dos lóbulos con 200 a 300 semillas, pero debido a factores de esterilidad pueden formarse frutos sin semilla.

2.2.18.7.- Semilla

Las semillas son pequeñas, de forma oval o reniforme de color amarillo o castaño (DRU. GRUPO 1.994).

2.2.18.8.- Tubérculos

El tubérculo se forma en el extremo del estolón (rizoma), como consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que resulta de un rápido desarrollo de división celular, este desarrollo constituye aproximadamente 64 veces de aumento en el volumen de la célula.

La unión del estolón con el tubérculo, generalmente se rompe durante la cosecha, o muere cuando la planta alcanza la madurez, quedando evidente ya sea como un fragmento corto remanente o como una pequeña cicatriz. Puede ser de variadas formas (redondo, oval, cilíndrica, etc.).

El color de la piel puede ser blanco, crema, rosado, rojo, lila, morado, negro.

Los ojos o yemas pueden ser superficiales, medios o profundos, especialmente éstos últimos afectan la forma del tubérculo (DRU. GRUPO 1.994).

Gandarillas H. (1.961), indica que el conocimiento de las estructuras morfológicas de la panta de papa es importante para diferentes propósitos; siendo prioritario su comprensión para fines de reconocimiento de variedades, para la clasificación de especies y para la selección de plantas agronómicamente eficiente en el mejoramiento genético.

Augstburner F. (1.990), describe que la papa es una planta suculenta, herbácea, con especies de hábitos erectos, semierectos y postrados de reproducción sexual (semilla verdadera), y agámica o vegetativa (tubérculo), en el primer caso es anual y perenne potencial, debido a su capacidad de reproducirse por sus tubérculos. **(Ver cuadro 5)**

CUADRO N° 5
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA PAPA
(cada 100 gr. de parte comestible de papa según BURTON 1.966).

SUBSTANCIA	CANTIDAD
Agua (g)	78
Hidratos de Carbono (g)	17
Proteínas (g)	2
Grasas (g)	Menos de 0,05
Calcio (mg)	15
Fósforo (mg)	50
Hierro (mg)	1
Vitamina A (mg)	0,01
Vitamina B ₁ (mg)	0,1
Riboflavina (mg)	0,02
Vitamina C (mg)	25
Energía (calorías)	70

FUENTE: M. BIGLIOLA

2.2.19.- Estructura y composición del tubérculo

Un tubérculo es un tallo modificado subterráneo para el almacenamiento del almidón. La parte exterior se denomina periderma, seguida de una franja estrecha no muy visible a simple vista, ambas secciones forman la cáscara, la médula o eje del tallo modificado se ramifica hacia las yemas del tubérculo. El tubérculo es aproximadamente 2% cáscara, 75 – 85% de parénquima vascular de almacenamiento y 14 – 20% de médula. C.I.P. (1.986).

2.2.19.1.- Carbohidratos

Los carbohidratos de la papa incluyen almidón, celulosa, glucosa, sacarosa y pectinas. Los almidones de la papa son amilosa y amilopectina en proporción de 1:3. También

se puede decir que el contenido de almidón de los tubérculos de papa es bastante variable y depende de la variedad C.I.P. (1.986).

2.2.19.2.- Proteínas

La papa contiene de 1 a 2% de nitrógeno total de un producto seco, las proteínas de la papa son exclusivamente globulina y tuberina C.I.P (1.986).

Por otro lado, el valor alimenticio, su papel actual y potencial en la dieta humana son poco entendidos y bastante discutidos. Generalmente se cree que la papa es un alimento muy rico en calorías y de escaso valor nutritivo.

El hecho es que la papa, no es específicamente fuente de calorías, porque su relación proteína: carbohidratos es mayor que en muchos cereales y otras raíces y tubérculos. Sin embargo, lo cierto es que la papa suministra cantidades significativas de proteínas de alto valor biológico por los aminoácidos que contiene vitamina C, carbohidratos, minerales y en menor cantidad vitaminas del complejo B y vitamina A. Gandarillas H. (1.961).

Finalmente el centro Internacional de la papa C.I.P, muestran datos que la papa es el alimento vegetal más nutritivo para el consumo humano, hecho probado por los pueblos andinos desde la domesticación de esta especie. IBTA- PRACIPA (1.996).

2.2.19.3.- Vitaminas

La papa es una fuente de Vitamina C, con regular proporción de Niacina y Tiamina y baja en Riboflavina.

2.2.19.4.- Fibra

El contenido de fibra de las variedades de papa tiene valores que fluctúan de 1 a 10%, con un valor aproximado de 2 – 4% de materia seca (8).

2.2.19.5.- Minerales

El tubérculo de papa contiene los siguientes materiales: Potasio, Sodio, Hierro, Calcio, Aluminio, Iodo, Cobalto y otros. Todos en muy pequeñas cantidades. Según Lampitt y Goldenberg, los principales constituyentes minerales de la papa se aprecian en el siguiente cuadro: (Ver cuadro 6)

CUADRO N° 6
CONSTITUYENTES MINERALES DE LA PAPA

Mg./100 g. de materia seca	Ppm/100 g de materia seca
Fósforo 43 - 605	Boro 4,5 – 8,9
Calcio 10 - 120	Iodo 0,5 – 8,6
Sodio 46 - 216	Litio Trazas
Potasio..... 1394 - 2825	Cobalto 0,065
Hierro.....3 – 18,5	Niquel 0,26
Azufre34 - 423	Molibdeno0,26
Cobre 0,6 – 2,8	
Aluminio 0,2 – 35,4	

FUENTE: MONTALDO 1.984

2.2.20.- Importancia de fertilización química

Patterson, 1.967 y Enríquez, 1.986, manifiestan que la utilización de los fertilizantes químicos es de gran importancia en la producción de los cultivos, ya que permite incrementar los rendimientos y mejorar las condiciones nutritivas del suelo, además toda práctica de fertilización tiene el objetivo de reponer en el suelo los elementos nutritivos extraídos por la cosecha de un determinado cultivo.

Por su parte Claire (1.974 – 1.975), indica que la incorporación de fertilizantes químicos en el cultivo de papa ha traído indudablemente grandes beneficios a los productores de este tubérculo, además de su incidencia positiva sobre los

rendimientos, se ha conseguido también en beneficio indirecto para los cereales menores, por su acción residual. Por otro lado el empleo de fertilizantes es recomendable para cultivos rentables como la papa que es uno de los pocos que económicamente corresponde en forma amplia a la aplicación de fertilizantes químicos.

Mencionando la Ley del “mínimo”, enunciado por Liebig y citado por Tisdale y Nelson (1.970), dice: que ningún elemento vital puede ser reemplazado en absoluto por otro y la importancia en el rendimiento está determinado por el factor de crecimiento que se encuentra en menor cantidad, en relación a las necesidades de las cosechas, entonces una deficiencia del elemento hace que la planta no pueda completar su ciclo vegetativo.

2.2.20.1.- Respuesta a la Aplicación del Nitrógeno

Kushizaki (1.975), afirmó que el cultivo de la papa necesita disponer de gran parte del Nitrógeno en sus primeros estados de crecimiento, puesto que necesita este elemento para la producción de tallos y hojas, para posteriormente utilice este macro nutriente en el desarrollo de tubérculos, por otro lado, Enriquez (1.988), enfatizó que para un óptimo aprovechamiento de la fertilización nitrogenada necesita de una buena humedad del suelo, según los resultados obtenidos, la aplicación de Nitrógeno en dosis superiores a 50 kgr. de Nitrógeno por Ha. En negativo para las variables de respuesta que se evaluaron.

Quintanilla y Gandarillas (1.964), efectuaron ensayos de niveles de fertilización en papa en la zona de Quillacollo, obtuvieron rendimientos máximos combinando dosis bajas de Nitrógeno con altas de $P_2 O_5$; además indican que en general la respuesta es superior a $P_2 O_5$ que a Nitrógeno en los suelos del país.

El factor que incide directamente en el grado de respuesta a la fertilización nitrogenada es la disponibilidad del agua. Al respecto Enríquez (1.988) y Shimnki

(1.960), afirman que la respuesta a la aplicación de nitrógeno depende directamente de la disponibilidad de agua. Un óptimo contenido de humedad en el suelo incrementa al máximo la respuesta a la aplicación de fertilizante nitrogenado, en condiciones de secano la respuesta a la aplicación de la fertilización nitrogenada, depende de gran manera de la precipitación pluvial y su distribución.

2.2.20.2.- Respuesta de la papa a la Aplicación de Fosforo

De acuerdo al (ICA, 1.974), en suelos con contenidos de fosforo aprovechables extraídos por el método Olsen y Bray II, inferiores a 40 ppm, la aplicación de 100 a 300 kg/ha de P_2O_5 , aumentan significativamente los rendimientos en el cultivo de papa. Dosis más altas de P_2O_5 , incrementan la producción, pero no son económicamente muy eficientes, debido a que la relación beneficio-costo es muy baja. La dosis de P_2O_5 , que se debe aplicar para suelos con contenidos mayores de 40 ppm, puede variar entre 75 – 150 kg/ha, en cada cosecha. Si existe una interacción positiva entre el N, P y K. Esto indica la necesidad de aplicar conjuntamente los tres fertilizantes, ya que mejoran los rendimientos y los contenidos de nutrientes aprovechables en el suelo especialmente de fósforo.

Según Yagodin, et,al.,(1.986), la buena nutrición fosfórica, no sólo eleva la cosecha de los cultivos agrícolas, si no mejora la calidad, en los frutos y en las raíces tuberosas donde se acumulan más carbohidratos, también acelera el desarrollo de los cultivos, lo que permite en las regiones frías, reducir el peligro de los cultivos que caigan a vientos secos y heladas. El aumento del contenido de carbohidratos solubles en el jugo celular rebaja el punto de congelación de las plantas, lo que con lleva al reforzamiento de la resistencia al frio y al ataque de enfermedades y plagas, en el caso de cereales de resistencia al encamado.

Firman, (1.969), citado por Enríquez (1.988), manifiestan que un exceso de fosfato sobre la cantidad requerida por la cosecha disminuye algunas veces los rendimientos,

esto se presenta frecuentemente en suelos ligeros de años secos, a la aceleración del proceso de maduración y consiguiente reducción del desarrollo vegetativo.

Villagarcia, (1978), la eficiencia de las plantas para absorber el fósforo del fertilizante, depende del tipo de suelo y la temperatura. Generalmente solo el 10% del fosforo aplicado llega a estar disponible para el cultivo que está desarrollándose.

Vander Zaag (1.981), señala: que la habilidad de la planta para utilizar el fosforo decrece con la temperatura por ello se debe aplicar más fósforo cuando crece en climas fríos.

Quintanilla y Gandarillas (1.964), efectuaron ensayos de fertilización en cultivos de papa obteniendo resultados positivos con una mayor respuesta al fósforo que al nitrógeno. Los mayores rendimientos lograron combinando dosis bajas de nitrógeno con altas dosis de fósforo.

2.2.20.3.- Respuesta de la papa a la aplicación de Potasio

Baptista (1.976), quien indica que en la papa el Potasio incrementa la resistencia a heladas y ataques de plagas y enfermedades y está orientada a una mayor sanidad durante el periodo vegetativo propias del cultivo.

Según Yagodin et.al, (1.986), el potasio ejerce influencia ante todo sobre la intensificación de la hidratación de los coloides del citoplasma, elevando el grado de dispersión, lo que ayuda a la planta a retener mejor el agua y soportar las sequías temporales, bajo la influencia del K aumenta la acumulación del almidón en los tubérculos de la papa.

Patterson et. Al, (1.967), señalan que, bajo un aspecto general, el potasio se encuentra directamente relacionado con la salud y el funcionamiento eficiente de las plantas. Se han observado que en muchos casos que los ataques provocados por los hongos son

mucho menos graves sobre las plantas a las que se ha proporcionado fertilizante potásico, con respecto a los tratamientos que no contienen el potasio.

2.2.21.- Influencia de la interacción de N, P, K en el cultivo de papa

Tisdale y Nelson (1.970), citado por Mejia (1.985), indican que la respuesta de los cultivos a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio es dependiente del nivel de la fertilidad del suelo, bajo temperaturas frías, el primer suministro de estos elementos puede ser pobre a causa de una lenta liberación del nitrógeno y fósforo de la materia orgánica del suelo o de una baja absorción de fósforo y potasio por la planta.

Obigbesan (1.980), asevera que la papa es un cultivo muy exigente en los nutrientes principales:

- Nitrógeno: para la formación y desarrollo de la planta.
- Fósforo: para la formación de tubérculos.
- Potasio: para la acumulación de almidón y para sanidad de la planta.

2.2.22. Materia orgánica

Los restos de organismos vegetales y animales presentes en el suelo, están sometidos a un proceso de degradación que avanza desde la reducción de tamaño por los gusanos del suelo, hasta la descomposición catalizada por enzimas segregados por microorganismos presentes en la biomasa. La reducción de tamaño es esencial para facilitar el ataque microbiano, al incrementar notablemente la superficie expuesta al mismo.

La fase inicial del ataque microbiano se caracteriza por la rápida pérdida de materia orgánica fácilmente descomponible. La cantidad de carbono presente en el sustrato que puede perderse en este estadio puede variar desde el 10 al 70% del total. Lógicamente, la importancia del ataque microbiano es función de la naturaleza y cantidad de microorganismos presentes en el suelo. Los mohos y las bacterias son

especialmente activos en la descomposición de proteínas, féculas y celulosa. Los actinomicetos juegan un importante papel en la descomposición de las partes más resistentes de las plantas, especialmente la lignina.

Esta descomposición de los restos de organismos vegetales y animales presentes en el suelo, constituye un proceso biológico básico mediante el cual la mayor parte del carbono es reciclado a la atmósfera en forma de CO₂ el nitrógeno pasa a asimilable al transformarse en NH₃ y NO₃ y otros elementos (fósforo, azufre y varios micronutrientes), presentes en la materia orgánica, pasan a formas requeridas para su asimilación por las plantas superiores. Algo del carbono es asimilado por los microorganismos del suelo para formar tejido microbiano y otra parte es convertido en humus estable. Al propio tiempo, parte del humus, ya formado, es mineralizado. Como consecuencia, el contenido total en materia orgánica del suelo se mantiene, mediante este equilibrio dinámico, en un nivel más o menos estable, característico del suelo y del sistema de explotación del mismo.

De lo que se acaba de exponer se deduce que la materia orgánica presente en el suelo está comprendida en uno de los tres apartados siguientes:

- a) Restos aún no descompuestos de tejidos vegetales y animales.
- b) **Biomasa:** Conjunto de microorganismos vivos, presentes en el suelo.
- c) **Humus:** Conjunto heterogéneo de compuestos orgánicos, más o menos complejos, originados a partir de la descomposición de tejidos vegetales y animales.

No incluimos en el concepto de materia orgánica del suelo ni los vegetales ni los animales no microscópicos, vivos, presentes en el mismo. El contenido en materia orgánica del suelo varía ampliamente de unos a otros. Una pradera puede contener, en la capa superficial de unos 15 cm, de 5 a 6% de materia orgánica. Un suelo arenoso, menos de un 1% y un suelo mal drenado puede aproximar su contenido al 10%.

En la práctica existe una cierta correspondencia entre el contenido de materia orgánica y el contenido de nitrógeno. La relación C/N tiene normalmente un valor de 10 a 12, aunque valores mayores no sean raros. Debido a la facilidad de determinar el nitrógeno mediante el método de Kjeldahl, el contenido en nitrógeno se utiliza como una orientación acerca del contenido en materia orgánica.

Importantes cambios en el contenido de materia orgánica del suelo se producen debido a la actividad humana. Normalmente, aunque no siempre, el contenido en materia orgánica de un suelo cultivado, disminuye. Esta disminución en el contenido de materia orgánica y también de nitrógeno de un suelo cuando se le cultiva, no puede atribuirse sólo a la disminución de la cantidad de vegetales sometidos a los procesos de descomposición, sino debido a las prácticas culturales, se mejora la aireación (directamente y a través de los riegos periódicos), lo que lleva a un incremento de la actividad microbiana, así como de la cantidad de materia orgánica, previamente no accesible al ataque microbiano.

2.2.23.- Humus de lombriz

Es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción. Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas.

Produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el trasplante de los mismos.

El humus de lombriz contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino.

El humus de lombriz es de color negruzco, granuloso, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque.

La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica, como comida y defeca lo que viene a llamarse humus, que en los últimos años, cada vez está siendo más solicitado por sus características químico-físicas, pero sobre todo, por su pureza.

El humus no se puede producir químicamente y es el mejor producto que se puede encontrar en el mercado de los fertilizantes y de los correctores orgánicos.

El humus contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos: pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho en el suelo. Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege el suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitratos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro).

Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas.), debido a su capacidad de absorción.

Evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas.

2.2.23.1.- Características del humus

Según la Works Argentina (2.001), el humus de lombriz es particularmente rico en sustancias orgánicas y en compuestos nitrogenados, este producto contiene óptimas cantidades de calcio, potasio, fósforo, y otros elementos minerales, que inciden positivamente sobre el crecimiento de las plantas, entre otras características podemos destacar que contiene:

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco), que restaura la actividad biológica del suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bio-orgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas.
- La química del HUMUS de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directamente en el suelo sin ningún riesgo. (**Ver cuadro 7**)

Si se aplica al momento de la siembra favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego.

CUADRO N°7
COMPOSICIÓN DEL HUMUS DE LOMBRIZ

N°	SUSTANCIA	CANTIDAD %
1	Humedad	40 – 45 %
2	Ph.	6.8 – 7.2 %
3	Nitrógeno	1,5 – 2.0 %
4	Fósforo	2,0 – 2,5 %
5	Potasio	1,0 – 1.5 %
6	Calcio	2 – 2,2 %
7	Magnesio	1 – 2.5 %
8	Materia Orgánica	65 – 70 %
9	Carbono Orgánico	14 – 30 %
10	Ácidos Fulvicos	14 – 30 %
11	Ácidos húmicos	2.8 – 5.8 %
12	Sodio	0.02 %
13	Cobre	0.05 %
14	Hierro	0.02 %
15	Manganeso	0.006 %
16	Relación C / N	10 – 11 %
17	Flora bacteriana	40x10 ⁶ x gr.

Fuente: LEGALL M.J. DISCOUSKIY, R.

El humus está formado por una cantidad enorme de distintos constituyentes, muchos de los cuales recuerdan perfectamente los compuestos, presentes en los tejidos biológicos de los que derivan.

En su composición pueden separarse dos grandes grupos de sustancias:

2.2.23.1.1.- Sustancias no húmicas: Fundamentalmente aminoácidos, carbohidratos y lípidos.

2.2.23.1.2.- Sustancias húmicas: Conjunto de sustancias de alto peso molecular, de color oscuro, formadas por reacciones secundarias de síntesis en las que intervienen algunos de los productos de descomposición.

Los dos grupos no son fáciles de separar, ya que algunas de las sustancias no húmicas son absorbidas por las sustancias húmicas; o incluso pueden estar unidas a éstas por enlaces covalentes, esto último es más frecuente en el caso de los carbohidratos.

Si el humus se somete a un proceso de extracción con alcali, en el extracto soluble se encuentran predominantemente las sustancias húmicas y el residuo insoluble denominado humina, está constituido por sustancias no húmicas.

Son complejas agrupaciones macromoleculares en las que las unidades fundamentales son compuestos aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en la biomasa.

Moléculas precursoras son aquéllas de las que creemos proceden las sustancias húmicas. Su número es muy grande y el número de combinaciones distintas en que pueden reaccionar entre ellas es astronómico.

La posibilidad de que un determinado número de moléculas precursoras puedan combinarse de forma que originen dos macromoléculas idénticas, no sólo en cuanto a unidades estructurales, sino también en cuanto a secuencias de unidades de las mismas, es tan remota que se puede asegurar que, posiblemente, no existen dos moléculas de sustancias húmicas idénticas.

El proceso de síntesis de las materias húmicas puede compararse a un juego de naipes en el que cada naipe por separado, representa un precursor; mientras que cada mano del juego representa una de las posibles combinaciones en que los precursores se han combinado para formar una molécula de materia húmica, difícilmente se repiten dos

manos. Existen diversas teorías acerca del proceso de formación de las sustancias húmicas. En el cuadro 7 se exponen gráficamente las cuatro vías fundamentales que se han postulado para esta formación. En realidad, pueden haberse originado mediante cualquiera de los caminos indicados, pudiendo intervenir, en cada uno de ellos, multitud de diferentes moléculas como de tipos de reacciones. Aunque se sospecha un origen múltiple, se cree hoy en día, que la ruta principal, en la mayoría de los casos, es a través de reacciones de condensación de quinonas procedentes de polifenoles, consigo mismas y con compuestos aminados. Haciendo uso de las distintas características de solubilidad, han podido diferenciarse en las materias húmicas, ciertos grupos de sustancias más o menos distintos entre ellos, los ácidos húmicos y los ácidos fúlvicos. **(Ver cuadro 8)**

Ácidos húmicos: Es la fracción de las sustancias húmicas soluble en medio alcalino e insoluble en medio ácido.

Ácidos fúlvicos: Es la fracción de las sustancias húmicas soluble, tanto en medio alcalino como en medio ácido.

Ni los ácidos húmicos ni los ácidos fúlvicos son un compuesto químico definido, cada grupo engloba multitud de compuestos diversos más o menos relacionados entre ellos.

Nutrientes contenidos en distintos estiércoles y en humus de lombriz

CUADRO N°8
Sustancias húmicas

Tipo de estiércol	Materia seca	N	P205	OK2
Equino	33 %	0,67	0,25	0,55
Bovino	18 %	0,60	0,15	0,45
Gallina	45 %	1,00	0,80	0,40
Lombriz	30 – 50 %	2,42	2,74	1,10

Fuente: PIÑUELA, J. “El humus de lombriz”

CAPITULO III

2.3. DISEÑO METODOLÓGICO

2.3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizado en el presente ensayo es deductivo, ya que se parte de conocimientos generales, referencias bibliográficas generales y mas que todo las dosificaciones químicas y orgánicas son de ámbito general que va a estudiar o establecer parámetros puntuales y/o específicos que nos permita recomendar los mejores resultados que se vaya a obtener. El trabajo de investigación se realizó utilizando el diseño estadístico de Bloque Completamente al Azar DBCA, con 10 tratamientos y 4 repeticiones.

2.3.2. Hipótesis

La aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos influirá en la producción de semilla de papa.

2.3.3. Variables

2.3.3.1.- Variable Independiente

Son aquéllas que en el paso de la investigación se podrá ir determinando de manera independiente sin la dependencia de ningún otro factor, ya que no existe combinaciones entre fertilizantes químicos y orgánicos, y son:

- Fertilizante químico
- Fertilizante orgánico

2.3.3.2.- Variables dependientes (variables respuesta)

- Altura de planta
- Número de tubérculos/planta
- Tamaño de los tubérculos.
- Peso del tubérculo

2.3.4. Definición conceptual

2.3.4.1. Metodología de dosificación

T 1 = es el testigo absoluto, sin ninguna aplicación de fertilizantes.

T 2 = la dosificación de este tratamiento fue deducido de los resultados obtenidos del análisis de suelo, o sea de la disponibilidad en nutrientes que tiene nuestro suelo de ensayo. A este nivel se lo considera como óptimo donde F-D (Fosfato Di amónico = 18 – 46 - 00). Y el de U (Urea: 46 – 00 - 00).

T 3 = Esta dosificación fue determinada por el 50 % más que el óptimo.

T 4 = Esta dosificación está dada por el 100 % más que el nivel óptimo.

T 5 = Esta dosificación está dada, como aporte de abono orgánico sólido por planta, humus de lombriz.

T 6 = Esta dosificación está dada, como aporte de abono orgánico sólido por planta, humus de lombriz.

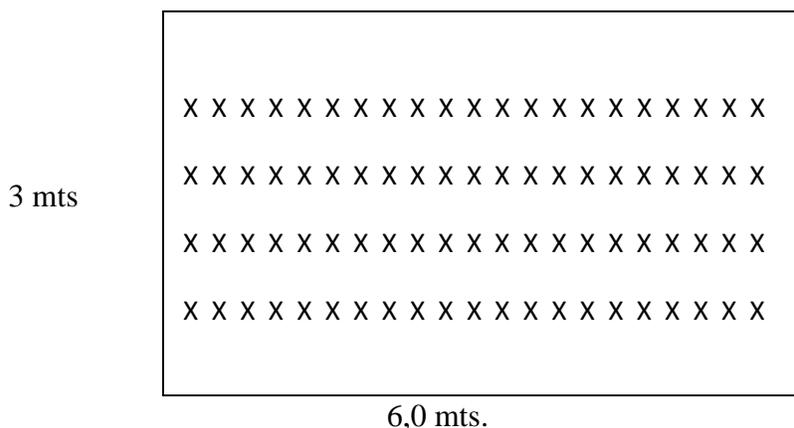
T 7 = Esta dosificación está dada, como aporte de abono orgánico sólido por planta, humus de lombriz.

T 8 = Esta dosificación está dada, como aporte de abono orgánico líquido impregnado en las semillas, Tutor (alta concentración).

T 9 = Esta dosificación está dada, como aporte de abono orgánico líquido impregnado en las semillas, Tutor (concentración media).

T 10 = Esta dosificación está dada, como aporte de abono orgánico líquido impregnado en las semillas, Tutor (concentración mínima).

Detalle de una unidad experimental: 4 surcos con 21 plantas cada surco



Parcela de 6 mts de largo x 3 mts de ancho

Calles de 1 mts

2.3.4.2.- Distribución de parcelas demostrativas

La distribución de los tratamientos se encuentra en el siguiente croquis de campo:

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV
T 10	T 7	T 2	T 3
T 8	T 5	T 1	T 9
T 6	T 9	T 3	T 4
T 4	T 3	T 4	T 6
T 1	T 10	T 5	T 7
T 9	T 8	T 6	T 10
T 3	T 2	T 10	T 8
T 2	T 4	T 8	T 5
T 5	T 6	T 7	T 1
T 7	T 1	T 9	T 2

2.3.4.3.- Características del diseño

- Número de tratamientos.....	10
- Número de repeticiones.....	4
- Número de unidades experimentales.....	40
- Área total del ensayo.....	1.053 m ²
- Área total cultivada.....	720 m ²
- Área total a evaluar.....	360 m ²
- Área de la unidad experimental.....	18 m ²
- Número de surcos por unidad experimental.....	4
- Número de surcos a evaluar.....	2
- Número de plantas por surco.....	21
- Número de plantas a evaluar por surco.....	17
- Número de plantas por unidad experimental...	68
- Total de plantas en el ensayo.....	2.720
- Total de plantas evaluadas en el ensayo.....	1.360
- Distancia entre bloques.....	1 m.
- Distancia entre tratamientos.....	1 m.

2.3.5.- Procedimiento

Para la realización del presente ensayo de investigación, se efectuó las siguientes actividades de manera sistemática, con el propósito de brindar de manera detallada en cada una de las actividades realizadas.

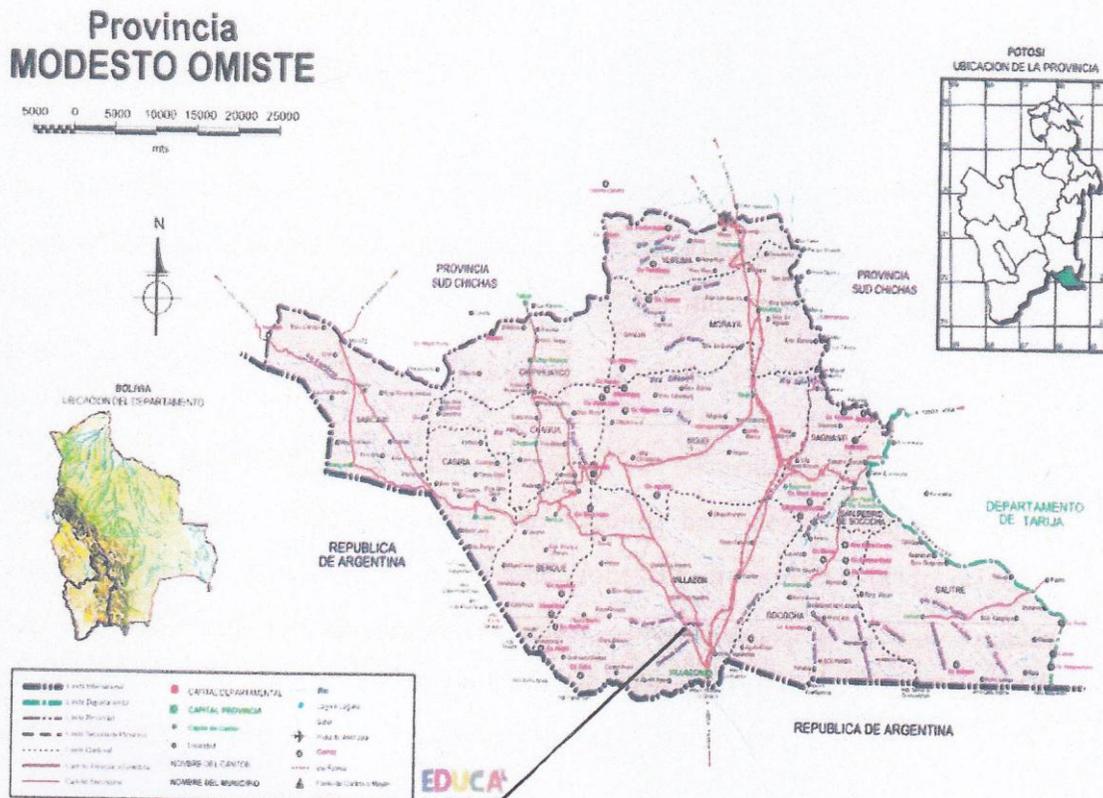
2.3.5.1.- Área de estudio

El municipio de Villazón capital de la provincia Modesto Omiste; geográficamente se encuentra situada en la parte sud del departamento de Potosí. La extensión territorial del Municipio alcanza a 226.000 Ha y se estima según cartografía que el área destinada a la producción de papa en general, cubre una superficie de 78.000 ha (34,87 %) de la extensión territorial de la Provincia.

El presente ensayo se realizó en la comunidad de Lampaya, la misma que está ubicada a 16 km de Villazón, capital de la provincia Modesto Omiste del

departamento de Potosí (Fig. N° 1 - 2), Geográficamente se encuentra entre los 21° a 22° de Latitud Sur y 65° a 66° de Longitud Oeste, con una altitud 3.484 m.s.n.m.

FIGURA N° 1
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ENSAYO EXPERIMENTAL



COMUNIDAD: LAMPAYA

2.3.5.2.- Clima

De acuerdo a la clasificación de Mariscal (1.981), la provincia Modesto Omiste , presenta un clima templado frío, semiárido, estepa, con invierno seco (puna o templado frío de altura). Las temperaturas tienen una gran amplitud térmica anual (8,2 °C.) con un marcado invierno y verano. Con precipitaciones promedios que oscilan entre 125 a 350 mm/ año, semi húmedo.

2.3.5.3.- Fisiografía y suelos

Presenta ondulaciones de pendientes suaves a planas, ubicadas dentro la extensa llanura altiplánica que domina la fisiografía del área. Alterando con estas planicies, existen colinas y afloramientos rocosos y serranías que interrumpen la homogeneidad topográfica dominante.

Las planicies que tipifican a estos paisajes, se encuentran conformadas por sedimentos lacustres y fluviolacustres de distinta naturaleza y espesor. Estos sedimentos bajo la acción del clima y condiciones de drenaje, han dado origen a distintos tipos de suelos de características físicas y morfológicas distintas. Los suelos de esta zona están considerados como aridosoles. En morfología son profundos de color oscuro predominante, con horizontes cálcicos y textura fina.

La zona de estudios se caracteriza por tener suelos con un alto nivel de fertilidad, y con menor porcentaje de incidencia de plagas, lo cual hace de esta zona una importante región del país, para la producción de semilla de alta calidad.

Presenta suelos de textura arenosa, franco arenoso y arcillo arenosas, la profundidad de la capa arable es de 0,20 a 0,40 metros aproximadamente.

Según la clasificación de susceptibilidad a la erosión hídrica, la provincia Modesto omiste se encuentra de moderada a alta susceptibilidad, esto a consecuencia de presentar pendientes abruptas en el pie de monte.

2.3.5.4.- Ecología

La comunidad de Lampaya presenta las siguientes especies vegetales predominantes en la zona.

- Paja brava (*Stipa ichu*)
- Churqui (*Prosopis ferox*)
- Thola (*Parastrephia spp.*)

Entre los cultivos predominantes en la zona presenta:

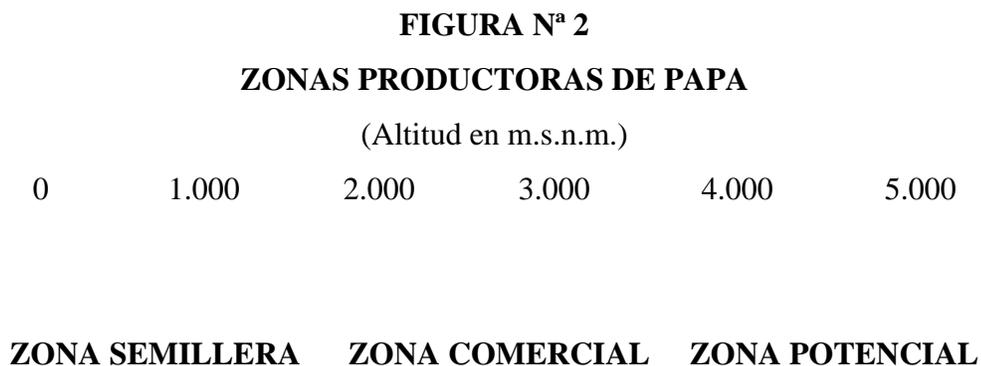
- Papa (*Solanum tuberosum*)
- Haba (*Vicia fava*)
- Cereales (Trigo, Cebada)
- Hortalizas

En cuanto a fauna la comunidad cuenta con razas criollas y mestizas

- Bovinos (*Bos sp*)
- Ovinos (*Ovis sp*)
- Porcinos (*Sus scropa*)
- Camelidos

2.3.5.5.- Variedades de papa producidas en la zona de estudio

La Oficina Regional de Semillas Potosí, ORS, confirma que los rendimientos promedio superan las 6 toneladas por hectárea que de alguna manera jerarquizan a las variedades de Sani imilla (6.9 Tn/ha), la variedad Revolución con un promedio de (6.98 Tn/ha), las variedades que también se destacan son Waycha (5,2 Tn/ha), Desireé (6,24 Tn/ha), y Imilla negra (6,24 Tn/ha).



2.3.6. Definición operacional

2.3.6.1. Análisis de suelos e interpretación

Para el análisis de suelos se procedió a la toma de muestras por el método de zig zag en diferentes puntos del terreno donde se realizará el ensayo y fue una semana antes de realizar la siembra, fue a una profundidad de 25 cm que corresponde a la capa arable, estas muestras se mezclaron uniformemente para luego sacar una mezcla representativa la que se envió al laboratorio de suelos del IBTA – TARIJA, el mismo nos dieron los resultados a los días. (adjunto en ANEXOS).

2.3.6.2.- Interpretación del análisis de suelos

$$D.a. = 1,43 \text{ gr / cc} \times 1 \text{ kl} / 1000 \text{ gr} \times 1.000.000 \text{ cc} / 1 \text{ m}^3 =$$

$$D.a = 1.430 \text{ kgr} / \text{m}^3$$

$$V_s = 100 \times 100 \times 0.25 =$$

$$V_s = 2.500 \text{ m}^3$$

$$P_s = 1.430 \text{ kgr} / \text{m}^3 \times 2.500 \text{ m}^3 =$$

$$P_s = 3.575.000 \text{ kgr.}$$

2.3.6.3.- Cálculo de nitrógeno

$$N_t = 0.072 \% \text{ entonces: } 3.575.000 \text{ kgr.} \text{-----} 100 \%$$

$$x \quad \text{-----} 0.072 \%$$

$$x = 2.574 \text{ kgr N.}$$

Entonces tenemos: 2.574 kgr. De NT x 70 % = 1.801 kgr de N Reserva

$$1.801 \text{ kgr N.R.} \times 20 = 36.03 \text{ kgr} / \text{Ha de N. Asimilable}$$

2.3.6.4.- Cálculo de fósforo

$$P = 5.63 \text{ ppm.} \text{ Entonces: } 1.000.000 \text{ -----} 5.63 \text{ Kgr de P en el suelo}$$

$$3.575.000 \text{ -----} x$$

$$x = 20.13 \text{ kgr. de P en el suelo}$$

Entonces tenemos: 20.13 kgr de P x 10 % = 0.20 kgr de P Reserva

$$0.20 \text{ kgr de P.R.} \times 2.29 = 0.46 \text{ kgr de P Asimilable.}$$

2.3.6.4.- Cálculo de potasio

$K = 0.17 \text{ meq} / 100 \text{ gr}$ Entonces: $1 \text{ meq} \text{ ----- } 39.1 \text{ mgr}$

$0.17 \text{ meq} \text{ ----- } x$

$x = 6.65 \text{ mgr de K}$

$6.65 \text{ mgr} \times 1 \text{ gr.} / 1.000 \text{ mgr.} \times 1 \text{ kg.} / 1.000 \text{ gr.} = 0.00000665 \text{ kgr. De K}$

Entonces: $0.00000665 \text{ kgr de K} \text{ ----- } 0.1 \text{ kgr Suelo}$

$x \text{ ----- } 3.575.000 \text{ kgr Suelo}$

$x = 237.73 \text{ kgr de K} / \text{Ha.}$

Entonces tenemos: $237.73 \text{ kgr de K} \times 60 \% = 142.66 \text{ kgr de K Asimilable}$

$142.66 \text{ kgr de K.A.} \times 1.2 = 171.19 \text{ kgr de K. Asimilable}$

La utilidad del análisis del suelo tiene su importancia porque permite conocer fundamentalmente la cantidad de nutrientes (N,P,K), con que cuenta el suelo, por consiguiente sirve como base para determinar la dosificación del cultivo.

Las determinaciones efectuadas fueron las siguientes:

$Da = 1.43 \text{ mg} / \text{cc}$

Nitrógeno asimilable: $36.03 \text{ kgr} / \text{Ha.}$

Fósforo asimilable: 0.46 kgr./Ha

Potasio asimilable: $171.19 \text{ kgr} / \text{Ha.}$

La formulación es la siguiente:

	N	P	K
Extracción del cultivo:	73	28	129
Contenido en el suelo:	36.03	0.46	171.19
Nivel de fertilización:	37	28	00

Es cuanto presenta la fertilidad del suelo y por lo que nos permite calcular el nivel de fertilización que debemos realizar en el ensayo.

2.3.7.- Nivel de fertilización

El nivel de fertilización es: 37 – 28 – 00

Realizando el cálculo óptimo para cubrir dicha necesidad de fertilizante se tiene las siguientes propuestas:

T 1 = 00-00-00- sin aplicación de fertilizantes

T 2 = 1.3 gr. De F-D + 1.2 gr de U = 2.5 gr / planta. (Nivel óptimo)

T 3 = 1.95 gr. F-D + 1.8 gr. U = 3.75 gr / planta (óptimo + 50 %)

T 4 = 2.6 gr. F-D + 2.4 gr. U = 5.0 gr. / planta (óptimo + 100 %)

T 5 = Humus 1.9 gr / planta

T 6 = Humus 3.8 gr / planta

T 7 = Humus 5.7 gr. / planta

T 8 = 6 lt Tutor (impregnado en semilla)

T 9 = 4 lt Tutor + 2 lt Agua (impregnado en semilla)

T 10 = 2 lt Tutor + 4 lt Agua (impregnado en semilla)

2.3.8.- Materiales

2.3.8.1.- Material vegetal

El material vegetal utilizado en el presente estudio se utilizó a la variedad de papa Desiree (*Solanum tuberosum L.*).

Esta variedad presenta un ciclo vegetativo corto, que va de 90 a 100 días, es de fácil adaptación a diferentes tipos de suelos con preferencia a suelos livianos, del altiplano y el occidente boliviano. Estas particularidades han hecho de que esta variedad sea requerida en todas las zonas paperas de nuestro país.

Característica Var. Desiree (*Solanum tuberosum L.*)

- **Color de la piel:** Rojo
- **Forma del tubérculo:** Oval alargado
- **Color de la carne:** Amarilla clara
- **Materia seca:** Buena
- **Calidad culinaria:** BC (Bastante firme a arinosa).

2.3.8.2.- Maquinaria agrícola

En el presente estudio, que abarca desde la preparación del suelo, hasta la cosecha se ha utilizado implementos agrícolas incluyendo tractor y sus accesorios tal cual ocurriría cuando se trata de una siembra convencional al cual se realiza hoy en día.

Entre dichos implementos tenemos:

- Tractor agrícola VENIRAN.
- Arado de 4 discos (E-3pt).
- Rastra de 12 discos E-3pt.
- Arado sembrador.
- Arado aporcador
- Pulverizadora “condorito” cap. 400 lts.
- Cosechadora de papa.

2.3.8.3.- Agro-químicos utilizados

- Urea (46-00-00) (Fertilizante Químico).
- Di-fosfato de amonio 18-46-00 (Fertilizante Químico).
- Humus de lombriz (Fertilizante Orgánico - Sólido).
- Tutor (Fertilizante orgánico Líquido)
- Fungicida “Maxim XL”
- Insecticida “Karate” toxicidad II
- Furadan 48 F Toxicidad I

2.3.8.4.- Material de campo

- | | |
|------------------------|------------------|
| - Estacas | - Wincha metrica |
| - Letreros | - Hilo tanza |
| - Palas | - Carretillas |
| - Balanza de presicion | |

2.3.8.5.- Material complementario de registro y monitoreo

- Croquis de campo
- Planillas de registro
- Máquina fotográfica
- Lapiceras

2.3.9.- Procedimiento

Para la realización del presente estudio, se ha realizado una serie de actividades de manera sistemática, las mismas que detallaremos a continuación:

2.3.9.1.- Preparación del terreno

Todas las actividades son muy importantes por lo que no se debe desmerecer a ninguna, por lo que se inicia con la preparación del suelo, el mismo que se realiza en los meses de Marzo – Abril pasado la época de lluvias y no dejar que pierda mucha humedad. Preparación del Terreno: esta actividad se realiza con 5 meses de anticipación a la siembra, ya que ello nos permite que la tierra se ventile y a la vez pueda realizarse un control físico y mecánico de larvas o huevos de insectos que puedan estar presentes en los 40 cm. superficiales de estos suelos. por lo que se realiza la primera arada o corte de la capa arable del suelo; con el objeto de evitar la compactación del terreno.

Una semana antes de realizar la siembra se realiza una arada, cruzada y rastreada con la ayuda de un tractor agrícola equipada con sus implementos de disco y subsolador.

Una segunda intervención se realiza en los meses de Agosto – Septiembre en el cual se hace una arada y un nivelado.

Por último, se procede a la siembra que se realiza en los meses de Noviembre – Diciembre poco antes de las lluvias; esta actividad es prácticamente basados en los diagnósticos de probabilidades de precipitación pluvial ya que debemos considerar que se trata de una siembra secano.

2.3.9.2.-Preparación de la semilla de papa

Previa a la siembra, la semilla de papa se somete a un tratamiento de selección y posterior desinfección, para prevenir el ataque de enfermedades fungosas, para lo cual se ha utilizado el fungicida (Maxim XL). Con una dosificación de 1000 cc/100 lt. de agua. la inmersión en esta solución se realiza a toda la semilla que será sembrada, por un tiempo de 5 minutos, en bolsas de red, posteriormente es secado bajo sombra.

La semilla que será utilizado con el fertilizante orgánico líquido (Tutor), se impregna con este fertilizante de acuerdo a las dosificaciones ya determinadas un día antes de la siembra y etiquetadas con sus respectivas papeletas de identificación.

2.3.9.3.- Siembra

La siembra se realizó en fecha.....del mes de Diciembre con la participación de una sembradora hechiza, accionada por la tracción motriz, esta sembradora cuenta con un arado de discos que cumple la función de aplicar el fertilizante, cubrir con una capa de suelo y evitar que la semilla entre en contacto directo con dicho fertilizante, y cubrir con una capa delgada de tierra y depositar la semilla con participación de personas que distribuyen uniformemente a una distancia de 30 cm. entre planta y planta con una distancia de 60 cm entre surco y surco.

Siendo en una segunda vuelta el enterrado y la formación del camellón con lo que se termina esta actividad de la siembra.

2.3.9.4.- Sistema de plantación

Durante la implementación del presente trabajo de investigación, el sistema de plantación fue realizada manualmente a golpe, dejando un tubérculo cada 30 cm, y a una distancia entre surcos de 70 cm. La fertilización química y/o orgánica se la realizo previa a la siembra, utilizando la dosis pre establecida para cada tratamiento.

2.3.9.5.- Fertilización

De acuerdo al informe del análisis del laboratorio de suelos del IBTA, se ha podido determinar las dosificaciones y distribuido según el croquis de campo se procedió con la dosificación previa cuantificación de acuerdo al tratamiento que fue a base de Urea (46-00-00) y Difosfato de amonio (18-46-00).

Con un nivel de fertilización 37-28-00. Siendo que de acuerdo a la recomendación bibliográfica se aplicó el 100 % de Urea y un 50 % del Difosfato de amonio en el momento de la siembra, y el otro 50 % se aplicó en el aporque.

En relación a los fertilizantes orgánicos en caso del humus se aplicó el 100 % según las dosificaciones realizadas, y en caso del Tutor se realizó la impregnación un día antes a la siembra.

2.3.9.6.- Control preventivo

Paralelamente a la siembra y fertilización se procedió al control preventivo del gorgojo de los andes, y se aplicó insecticida sistémico (Furadan 48 F), con un efecto residual de 90 días, con una dosis de 150 cc/20 lts de agua el mismo que fue aplicado a las semillas en surco antes de ser enterradas, dicha aplicación fue con una mochila Jato de 20 lts de capacidad y activada por la fuerza humana de un operador.

2.3.9.7.- Labores culturales

Entre las más importantes actividades a desarrollar tenemos las siguientes:

2.3.9.7.1.- Fertilización complementaria

A tiempo de realizar el apoque, se aplicó de manera complementaria el restante 50 % del Fosfato Diamonico restante, la misma que se aplicó en el área circundante a la parte basal de cada planta.

2.3.9.7.2.- Aporque

Esta práctica se realiza cada 30 días después de la siembra, con el propósito de controlar las malezas que se están desarrollando y de esta manera extraemos las malas hierbas y a la vez se restaura el camellón correspondiente agregando suelo al lado de las plantas previamente fertilizadas.

2.3.9.7.3.- Control de plagas

En el ciclo vegetativo del cultivo se realizaron aplicaciones con productos químicos, como son los insecticidas piretroides de alto espectro, como también se estableció trampas y/o barreras en el contorno susceptible al ataque del gorgojo de los Andes.

También se ha construido trampas de insectos que consistió en la apertura de zanjas recubiertas con nylon; esta trampa se la instalo con el objeto de impedir que los gorgojos adultos se trasladen de cultivos adyacentes hasta las unidades experimentales.

El insecticida utilizado Karate de toxicidad II, con una dosificación de 25 cc / 20 lt de agua. y como adherente se utilizó “Agral” (compatible con los piretros), 20 cc / 20 lt de agua.

2.3.9.7.4.- Control de malezas

Con la finalidad de eliminar las malezas, durante el ciclo del cultivo se efectuaron deshierbes en forma manual en diferentes fases del desarrollo del cultivo.

2.3.9.7.5.- Cosecha

La cosecha se realizó una vez que se tiene la madurez fisiológica de la planta y que es cuando la flor de la planta ha caído y los tallos comienzan a ser flácidas y amarillentas, con lo que se procede a la cosecha utilizando una azada y de acuerdo al croquis de campo, tomando muy en cuenta todos los datos del ensayo.

El periodo de desarrollo de la papa desde la siembra hasta la cosecha es de 100 a 110 días, lo que equivaldría a tres meses y una semana, considerando además que es de acuerdo al comportamiento climático y de distribución de lluvia, para poder llegar a una madurez fisiológica adecuada.

Para la cosecha se verificará la tuberización y si fuese necesario se recurrirá al control del desarrollo de tubérculos con corte de follaje de forma manual y con instrumento lavado en solución para desinfección de patógenos.

La papa cosechada de este ensayo, una vez que se tomaron todos los datos posibles se comercializo en el mercado de la localidad de Villazón.

2.3.9.7.6.- Post cosecha

2.3.9.7.6.1.- Selección y acopio:

Simultáneamente a la cosecha se ha seleccionado en la misma parcela, luego se procedió al acopio de la semilla al silo familiar, permitiendo de esta manera una ambientación del material cosechado.

2.3.9.7.2.- Almacenamiento:

Se recogerá de los silos familiares a los silos colectivos centrales de comercialización para conservar hasta la realización de la venta, previo al almacenamiento se clasificará por calibres.

El almacenamiento se realizará en silos construidos para tal objetivo, deberá tener las condiciones ambientales óptimas de almacenamiento (entre 80 – 90 % de humedad relativa y 4 a 8 °C, de temperatura, y una adecuada ventilación).

2.3.9.7.3.- Desensilado y preparación para la venta:

Al momento del desensilaje se realizará una selección para eliminar los tubérculos afectados por enfermedades y/o otros factores, procediéndose luego al embolsado de 50 kgr, etiquetado y despachado.

Tomando en cuenta que del total producido se tendrá: Descarte del 3 – 7 %. Una merma del 8 – 10 % en almacenamiento de la semilla guardada.

2.3.9.7.7.- Rotación de cultivos

Se recomienda que la rotación de cultivos sea:

PAPA – LEGUMINOSAS – TRIGO – DESCANSO – PAPA.

2.3.10.- Métodos

La obtención de los resultados, su análisis y discusión de la investigación y observaciones realizadas del presente estudio, como parámetros de evaluación, se ha tomado en cuenta los surcos centrales, ya que se tiene cuatro surcos por tratamiento, de los cuales se tomó en cuenta dos centrales para la evaluación, y un total de 21 plantas por surco, de los cuales se tomó en cuenta 17 plantas por surco siendo un total de 34 plantas a ser evaluadas de cada tratamiento con cuatro repeticiones en el presente ensayo.

Los parámetros considerados fueron los siguientes:

- a) Brotación de plantas a 25 días de la siembra
- b) Altura de plantas a los 40 días de la siembra
- c) Número de brotes por planta
- d) Peso de tubérculos por planta
- e) Número de tubérculos por planta

2.3.10.1.- Análisis estadístico

De acuerdo al diseño experimental se aplicó el análisis de varianza ANVA, a los diferentes caracteres agronómicos a evaluar.

Utilizando para su comparación la prueba de rango múltiple (Duncan al 5 % de probabilidad estadística), como también el modelo de regresión lineal y los coeficientes de correlación y determinación respectivamente.

A) BROTACIÓN DE PLANTAS

CUADRO N° 9

BROTACIÓN DE PLANTAS – A 25 DIAS DE LA SIEMBRA

BLOQUES TRATAM.	I	II	III	IV	TOTAL	X	% BROT.
T6	20.50	19.75	17.75	19.75	77.75	19.43	92.52
T7	19.75	19.25	17.50	19.50	76.00	19.00	90.47
T2	18.25	19.50	19.75	18.25	75.75	18.93	90.14
T4	18.50	19.25	19.00	18.75	75.50	18.87	89.85
T8	18.75	18.50	19.00	19.00	75.25	18.81	89.57
T3	19.00	18.25	18.25	19.25	74.75	18.68	88.95
T9	20.00	17.25	19.00	18.50	74.75	18.68	88.95
T5	18.25	18.25	18.25	19.75	74.50	18.62	88.66
T10	19.00	18.25	17.75	18.50	73.50	18.37	87.47
T1	17.25	17.50	18.75	18.75	72.25	18.06	86.00

Realizado la evaluación de los 10 tratamientos propuestos, consistentes en aplicaciones de abonos inorgánicos (Urea y Fosfato Diamonio), abonos orgánicos como el humus de lombriz y un fertilizante líquido orgánico (Tutor), se pudo observar que los mayores porcentajes de brotación se registraron en los tratamientos con humus de lombriz, alcanzando valores de T 6 = 92.52 % de plantas brotadas de 21 semillas plantadas/ surco a los 25 días de siembra.

Los segundos valores de brotación se obtuvieron con los tratamientos con abonos inorgánicos registrando valores de T 2 = 90 % de plantas brotadas de 21 semillas plantadas/ surco, a los 25 días de siembra.

CUADRO N° 10

ANÁLISIS DE VARIANZA: BROTACIÓN DE PLANTAS

Fuente de varianza	Grados de Libertad	Cuadrad. Medias	Fc.	Probab.
Tratamiento	9	4.906	0.545	0.87 n.s
Error Experimental	27	16.981	0.629	
Total	39	23.750		

Gran media : 18.750

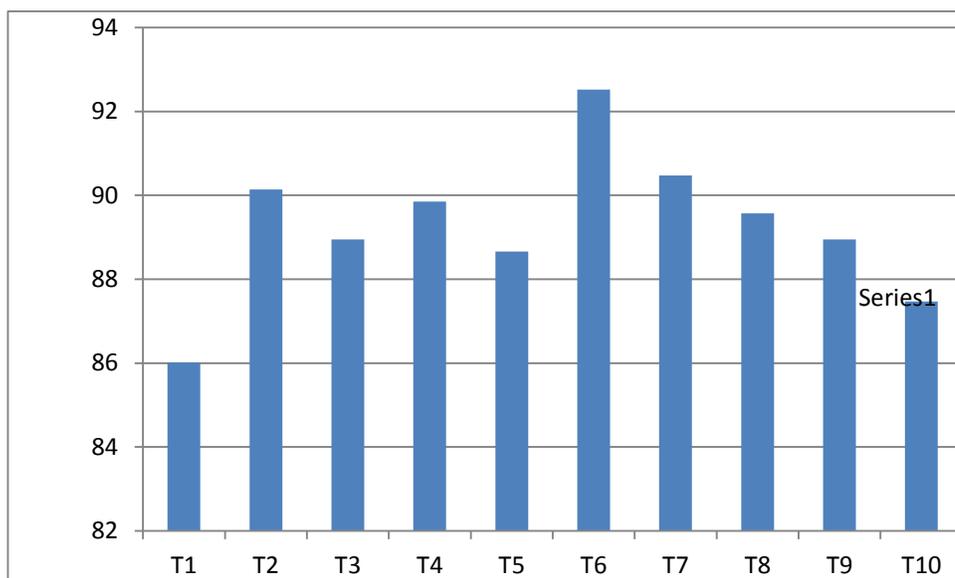
Coefficiente de Variación : 4.230 %

Interpretando el Análisis de Varianza, de la variable “Brotación de plantas”, de la siembra se pudo determinar que **no existe diferencia significativa** estadísticamente entre los tratamientos ni entre los bloques.

La no significancia entre los tratamientos 2,3 y 4 correspondientes a la aplicación de fertilizantes inorgánicos (2.5 gr/plt; 3.75 gr/plt; y 5.0 gr/plt.) y los tratamientos 5,6 y 7 que corresponden a fertilización orgánica con humus de lombriz (1.9 gr/plt; 3.8 gr/plt; y 5.7 gr/plt.), y a la aplicación del fertilizante orgánico líquido “Tutor” a los tratamientos 8,9 y 10 (6 lts tutor; 4 lts , y 2 lts), no manifestó influencia sobre la variable Brotación de plantas, pudiendo ser atribuido a la reserva existente en el tubérculo semilla.

En el gráfico N° 1 podemos observar con mayor claridad que no existe diferencia significativa entre los 10 tratamientos realizados en el presente ensayo.

GRÁFICO N° 1
BROTACIÓN DE PLANTAS



Los tratamientos T2, T3 y T4 (con fertilizantes inorgánicos) alcanzan un rendimiento entre los valores de 88 – 90 Tm / Ha. Mientras que los resultados alcanzados por los tratamientos T5, T6 y T7 que corresponden a las aplicaciones con Humus de Lombriz, alcanzan un alto rendimiento en la variable de Brotación de plantas, siendo el T6 el de mayor desarrollo seguido por el tratamiento T7 que también es con abono orgánico de Humus de Lombriz , que son los más altos rendimientos.

Los segundos mejor desarrollados son los tratamientos T2, T4 que son aplicaciones de fertilizantes inorgánicos alcanzando un 90.14 % y de 89.85 % respectivamente.

B) ALTURA DE PLANTAS

CUADRO N° 11

CUADRO COMPARATIVO: ALTURA DE PLANTAS (cm.)

BLOQUE TRATAM.	I	II	III	IV	TOTAL	X
T4	22	23	23	22	90	22,50
T3	18	20	18	20	76	19,00
T10	14	21	21	14	70	17,50
T2	17	17	16	19	69	17,25
T8	15	14	18	18	65	16,25
T7	19	13	19	13	64	16,00
T6	16	14	17	16	63	15,75
T9	15	16	15	16	62	15,50
T5	17	14	15	14	60	15,00
T1	14	11	14	17	56	14,00

Los mejores rendimientos tenemos en los tratamientos T4, T3 que alcanzan un promedio de 22.50 cm y 19.00 cm de altura de planta a los 25 días de la siembra, lo cual nos muestra que los fertilizantes inorgánicos tienen mayor predisposición y son de rápido potencial de absorción y asimilación para la planta.

Frente a los otros tratamientos que en este caso tenemos los tratamientos T10 (fertilizante orgánico líquido - Tutor), que alcanza un desarrollo de 17.50 cm, de altura promedio constituyéndose en el tercer mejor rendimiento.

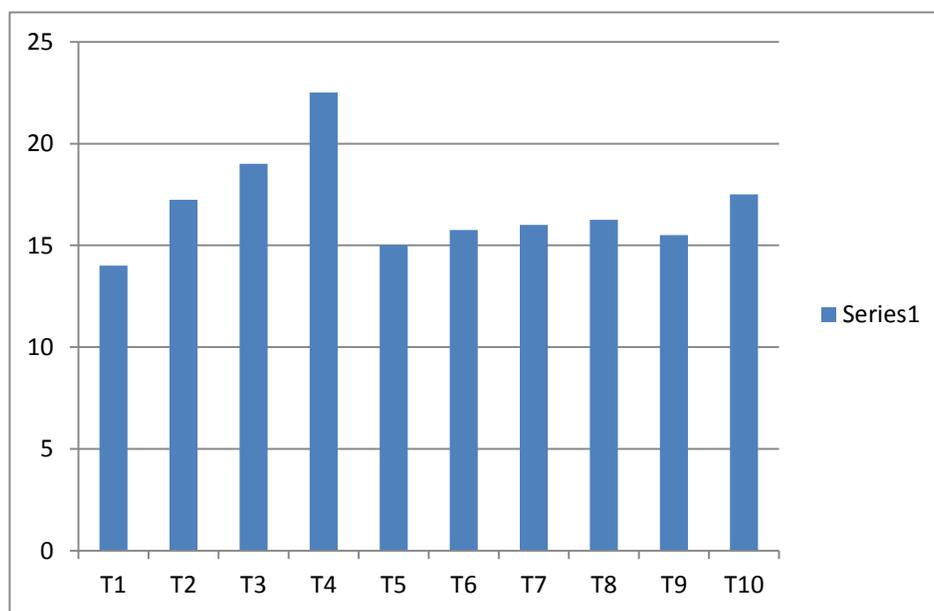
CUADRO N° 12
ANÁLISIS DE VARIANZA: ALTURA DE PLANTAS

Fuente de varianza	Grados de Libertad	Cuadrad. Medias	Fc.	Probab.
Tratamientos	9	211.125	23.458	1.12 n.s.
Error Exp.	27	565.375	20.940	
Total	39	842.375		

Gran Media : 16.875
 Coeficiente de Variación : 27.117 %

En el Análisis de Varianza podemos constatar que no existe una diferencia estadísticamente significativa, entre los 10 tratamientos por lo que el comportamiento es homogéneo entre los tratamientos, ya que no influyo ningún factor externo como ser heladas o granizadas. Al igual, en el Gráfico N° se puede observar el mejor desarrollo del T4 como mejor desarrollo frente a los demás tratamientos.

GRÁFICO N° 2
ALTURA DE PLANTAS (cm).



C) NÚMERO DE BROTES POR PLANTA

CUADRO N° 13
NÚMERO DE BROTES POR PLANTA

BLOQUE TRATAM.	I	II	III	IV	TOTAL	X
T3	3	4	3	3	13	3.37
T8	3	3	4	3	13	3.32
T6	3	3	3	3	12	3.29
T9	3	3	4	3	13	3.27
T7	3	3	3	3	12	3.24
T5	3	3	3	3	12	3.19
T2	3	3	4	3	13	3.16
T4	3	3	3	3	12	3.13
T10	3	3	3	3	12	3.05
T1	3	3	3	3	12	3.00

Los tratamientos presentan una uniformidad homogénea en esta variable de “Número de Brotes”, consolidándose el número predominante de 3 brotes por planta (tomando en cuenta que llamamos brotes a los tallos aéreos existentes por planta, siendo que este aspecto incrementa el número de tubérculos por planta), existiendo una mínima diferencia entre los 10 tratamientos propuestos, siendo que el T3 = 3.37 (Fertilizante inorgánico), alcanza tener un mayor promedio, seguido por el T8 = 3.32 (fertilizante orgánico líquido - Tutor).

CUADRO N° 14

ANÁLISIS DE VARIANZA: NÚMERO DE BROTES POR PLANTAS

Fuente de varianza	Grados de Libertad	Cuadrad. Medias	Fc.	Probab.
Tratamientos	9	0.600	0.067	0.75 n.s.
Error Exp.	27	2.400	0.089	
Total	39	3.600		

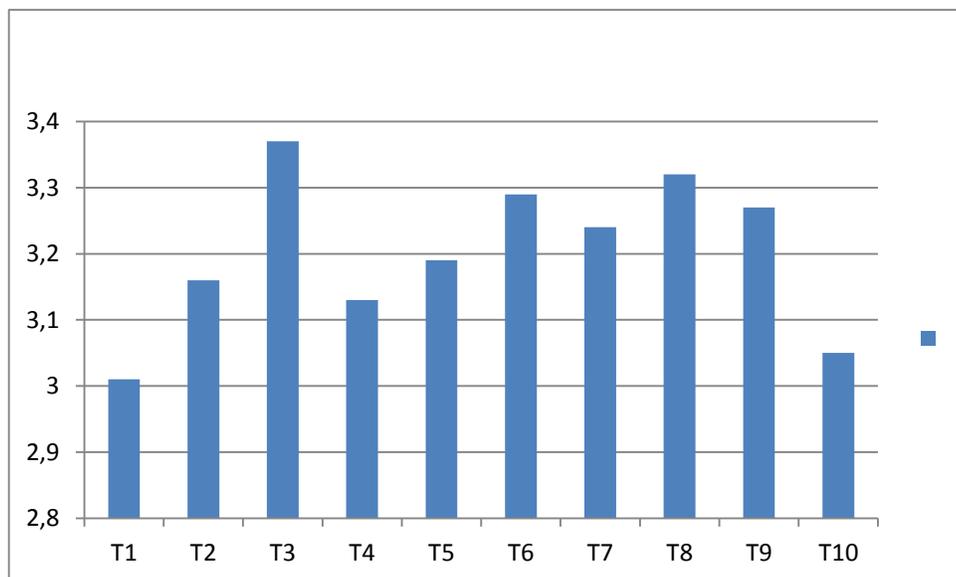
Media General : 3.100

Coefficiente de Variación : 9.617 %

En este parámetro comparativo “número de brotes por planta”, se observa que estadísticamente no existe diferencia significativa, frente a los tratamientos orgánicos (Humus de lombriz = T5, T6, T7 y orgánico líquido Tutor = T8, T9, T10). Gráficamente podemos observar la homogeneidad de los resultados frente a esta variable de “número de brotes por planta”. VER GRAFICO N° 3

GRÁFICO N° 3

NÚMERO DE BROTES POR PLANTA



D) PESO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

CUADRO N° 15
RENDIMIENTO POR TRATAMIENTO TM/Ha

BLOQUE TRATAM.	I	II	III	IV	TOTAL	X
T4	16.67	20.82	25.35	14.38	77.22	19.30
T2	17.84	17.74	15.78	16.90	68.26	17.06
T3	16.44	18.35	14.15	17.93	66.87	16.71
T5	16.53	13.21	13.96	19.89	63.59	15.89
T6	12.28	17.37	15.60	17.93	63.18	15.79
T10	10.22	14.33	20.36	17.98	62.89	15.72
T7	14.24	11.06	20.31	14.75	60.36	15.09
T8	13.40	12.79	15.50	17.18	58.87	14.71
T9	13.21	14.75	13.73	14.85	56.54	14.13
T1	10.78	9.34	13.26	16.25	49.63	12.40

La producción obtenida por el presente ensayo, tomando en cuenta este parámetro de variable “Rendimiento por Tratamiento”, se ha obtenido los mayores rendimientos con el tratamiento T4 obteniendo la mayor producción de 19.30 TM/Ha, (fertilización inorgánica), siendo secundado por los tratamientos T2 y T3 (fertilización inorgánica), como los tratamientos con mayor rendimiento.

En un cuarto lugar de rendimiento se tiene al tratamiento T5 y T6 (fertilizante orgánico Humus de Lombriz), alcanzando una producción de 15.89 y 15.79 TM/Ha, respectivamente.

CUADRO N° 16

ANÁLISIS DE VARIANZA: RENDIMIENTO POR TRATAMIENTO TM/Ha

Fuente de varianza	Grados de Libertad	Cuadrad. Medias	Fc.	Probab.
Tratamientos	9	122.253	13.584	1.65 n.s.
Error Exp.	27	221.844	8.216	
Total	39	397.326		

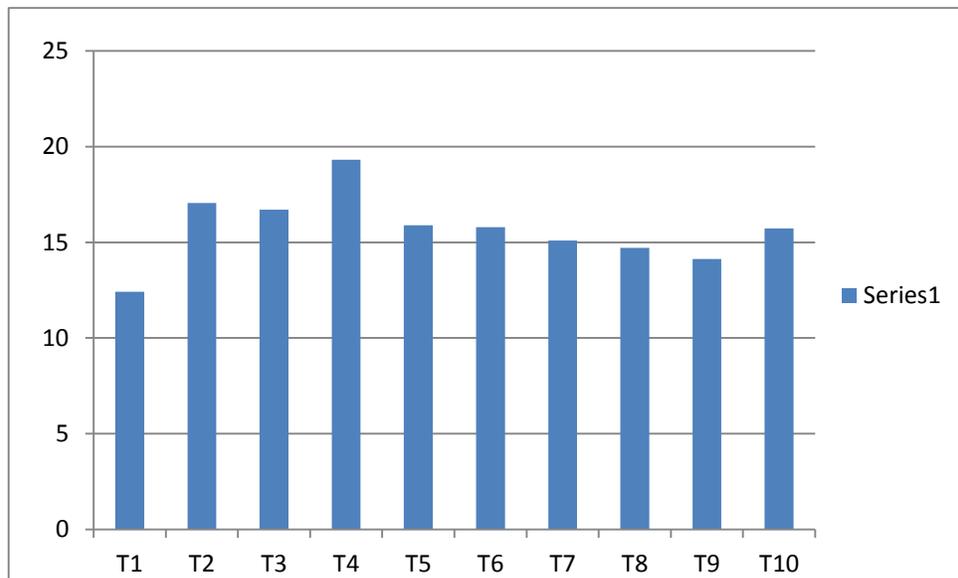
Media General : 15.685

Coefficiente de Variación : 18.274 %

Según los datos del Análisis de varianza se puede determinar que no existe estadísticamente diferencia significativa entre los 10 tratamientos, por lo que gráficamente también podemos observar esta homogeneidad en los resultados de esta variable de “rendimiento por tratamiento”. VER GRAFICO N° 4

GRÁFICO N° 4

RENDIMIENTO POR TRATAMIENTO TM/HA



E) NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

CUADRO N° 17
NÚMERO DE TUBERCULOS POR PLANTA

BLOQUE TRATAM.	I	II	III	IV	TOTAL	X
T2	10	9	11	8	38	9.67
T5	10	8	8	11	37	9.23
T4	8	9	10	9	36	9.13
T10	8	9	9	10	36	9.05
T7	9	8	9	9	35	8.85
T6	9	9	8	9	35	8.82
T3	8	8	8	10	34	8.52
T9	9	8	7	8	32	8.12
T1	8	8	7	9	32	7.87
T8	8	7	8	8	31	7.87

En los resultados de este parámetro comparativo como lo es “Número de Tubérculos por Planta”, se tiene que el T2 (fertilizante inorgánico), se ha obtenido los mayores resultados con un promedio de 9.67 tubérculos por planta. Secundados por los resultados del T5 (fertilizante orgánico –solido-Humus de Lombriz).

CUADRO N° 18

ANÁLISIS DE VARIANZA: NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

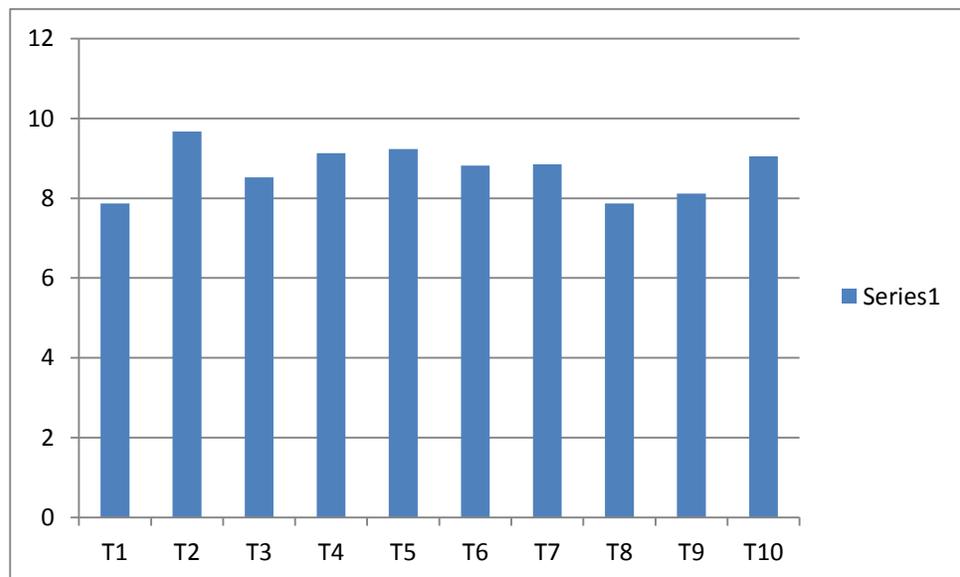
Fuente de varianza	Grados de Libertad	Cuadrad. Medias	Fc.	Probab.
Tratamientos	9	12.100	1.344	1.69
Error Exp.	27	21.500	0.794	
Total	39	37.100		

Media Gran General : 8.650
 Coeficiente de Variación : 10.316 %

El Análisis de varianza en este parámetro de comparación “Número de Tubérculos por Planta”, no existe estadísticamente una diferencia significativa, entre los tratamientos propuestos en el presente ensayo. Como de igual manera se puede ver en el Gráfico N° que se aprecia una uniformidad en los resultados. VER GRÁFICO N° 5

GRÁFICO N° 5

NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA



2.3.10.2.- Análisis económico

Para evaluar comparativamente los resultados económicos de los diferentes tratamientos, se realizó el análisis económico siguiendo la metodología de análisis marginal y el presupuesto parcial propuesto por el CIMMYT (1988). El procedimiento general consiste en:

Construcción del presupuesto parcial de cada alternativa.

Determinación de beneficios bruto.- Se procedió a ajustar los rendimientos del cultivo de papa en un 10% con el fin de reflejar la diferencia entre el ensayo experimental y el que obtendría el productor. Además se determinó que el precio de campo por quintal de semilla de papa fue 170 Bs.

Estimación de costos que varían.- Se determinaron como costo variable el precio de cada uno de los tratamientos, flete y costo de fertilizantes, mano de obra para realizar las labores de: aplicación de los fertilizantes, aporques, control de plagas y enfermedades, selección y calibración, para su posterior venta definitiva.

Determinación de los beneficios netos.- Se determinó a través de la diferencia de los beneficios brutos y los costos variables.

Análisis de dominancia

Para el análisis de dominancia se ordenó los datos correspondientes a las alternativas en forma ascendente de los costos que varían y se aplicó la siguiente regla: Un tratamiento es dominado o inferior si tiene beneficio neto menor al de un tratamiento con costo que varía menor.

Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM)

Para calcular los retornos marginales y obtener la tasa de retorno marginal, los tratamientos no dominados fueron ordenados en orden ascendentes de beneficios netos con sus correspondientes costos que varían. Se compararon los ingresos adicionales con los costos añadidos que resultan de un cambio en la producción.

Con los incrementos en los beneficios netos (ΔBN) y los incrementos en los costos que varían (ΔCV) se calculó la tasa de retorno marginal.

$$\text{TRM} = \frac{\Delta\text{BN}}{\Delta\text{CV}} \times 100$$

Un aumento en la tasa de retorno marginal significa que los beneficios están aumentando más rápidamente que los costos.

Finalmente para completar la evaluación se calculó la relación Beneficio-costos de los tratamientos.

Finalmente para completar la evaluación se calculó la relación Beneficio-costos de los tratamientos.

CUADRO N° 19
ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL
RENDIMIENTO DE SEMILLA DE PAPA, BAJO LA EVALUACIÓN DE
FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA

Concepto/ tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Rendimiento medio	248	340	334	385	317	315	301	294	283	314
Rendimiento Ajustado	223,2	306	300,6	346,5	285,3	283,5	270,9	264,6	254,7	282,6
BENEFICIO BRUTO	37944	52020	51102	58905	48501	48195	46053	44982	43299	48042
TOTAL CqV	643,5	854,7	1122	1389,3	594,87	869,72	1144,63	456,6	357,7	258,87
BENEFICIO NETO	37944	51165,3	49980	57515,7	47906,13	47325,28	44908,37	44525,4	42941,3	47783,13

Con relación al análisis de presupuesto parcial del rendimiento de semilla de papa bajo la evaluación de la fertilización química y orgánica, Cuadro N° 29, se puede indicar que los mayores beneficios brutos y netos se obtuvieron con los tratamientos con mayor rendimiento, donde se destaca el tratamiento cuatro (T4= 2.6 gr. FD + 2.4 gr U) sobre los demás tratamientos.

CUADRO N° 20

ANÁLISIS DE DOMINANCIA

DATOS DE RESPUESTA AL RENDIMIENTO DE SEMILLA DE PAPA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

Costos que varían	Beneficios Netos	Tratamiento	Dominancia
0	37.944,00	T1	no
258,87	47.783,13	T10	no
357,70	42.941,30	T9	no
456,60	44.525,40	T8	no
594,87	47.906,13	T5	no
854,70	51.165,30	T2	no
869,72	47.325,28	T6	no
1.122,00	49.980,00	T3	no
1.144,63	44.908,37	T7	no
1.389,30	57.515,70	T4	si

En el Cuadro N° 20, se presenta el análisis de dominancia de los diferentes tratamientos, en la cual se puede apreciar que T4 (2.6 gr. FD + 2.4 gr U), presentó un costo que varían mayor que los demás tratamientos, que tienen asociado un mayor beneficio neto, por lo que se considera el T4 (2.6 gr. FD + 2.4 gr U) como dominado, resultando así el resto de los tratamientos no dominados.

CUADRO N° 21

ANÁLISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS

Tratamiento	Costos que varían	Costos que varían Marginal	Beneficios Netos	Beneficios Netos Marginal	Tasa Retorno Marginal
T1	0	258,87	37944	9839,13	3800,80 %
T10	258,87	98,83	47.783,13	-4841,83	-4899,15%
T9	357,70	98,90	42.941,30	1584,1	1601,72%
T8	456,60	138,27	44.525,40	3380,73	2445,02%
T5	594,87	259,83	47.906,13	3259,17	1254,35%
T2	854,70	15,02	51.165,30	-3840,02	-25566,05%
T6	869,72	252,28	47.325,28	2654,72	1052,29%
T3	1.122,00	22,63	49.980,00	-5071,63	-22411,09%
T7	1.144,63		44.908,37		

Según cuadro N° 21 de análisis marginal de los tratamientos no dominados, se puede observar que con el T10 (6 lts. Tutor), T8 (2 lts. Tutor + 4 lts Agua), T5 (Humus de Lombriz 1.9 gr.), T2 (1.3 gr FD + 1.2 gr. U) y T3 (1.95 gr FD + 1.8 gr. U), al realizar una inversión adicional Bs. 258.87, 98.90, 138.27, 259.83 y 252.28, se obtienen un beneficio adicional, con una tasa de retorno de 3800.80 %, 1601.72%, 2445.02%, 1254.35% y 1052.29%, respectivamente; con el resto de los tratamientos T9 (4 lts. Tutor + 2 lts. Agua), T6 (Humus de Lombriz 3.8 gr) Y T7 (Humus de Lombriz 5.7 gr) no se obtuvieron beneficios. Donde todas las tasas están por encima de la tasa mínima (100%).

CAPITULO IV

2.4. RESULTADOS ESPERADOS

Desde el punto de vista ecológico:

Un proyecto del tipo de re multiplicación de semilla de papa implica introducir tecnologías relacionadas con insumos inorgánicos por lo que podría ser degradante para la base productiva de los recursos naturales, especialmente para el suelo.

En ese sentido el presente estudio plantea un enfoque agroecológico integral, para de esta manera recuperar la base productiva y garantizar su capacidad productiva en el tiempo.

Desde el punto de vista económico:

La producción de semilla de papa en la región es un factor potencial económico para las familias productoras, considerando además que mediante la conservación, recuperación y manejo del suelo se logrará estos beneficios, en las campañas de producción.

Teniendo en cuenta que los factores económicos como: tierra, tecnología y mano de obra calificada, será posible esperar mayores ingresos y bienestar para las familias productoras.

Finalmente, es posible mencionar que la demanda nacional por tubérculos semilla de papa de alta calidad genética es insatisfecha, debido a que la producción de semilla del sistema formal apenas satisface al 2 %, de la demanda nacional.

Desde el punto de vista socio-cultural

Constatar que si existe conocimiento y tecnología campesina, capacidad de solidaridad y reciprocidad el mismo que es la base para el sustento de un bienestar comunitario.

La difusión de la experiencia será una contribución para que en el presente y futuro no se repitan fracasos y se repliquen los logros y crear opinión sobre el desarrollo de estrategias de desarrollo rural regional.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

En función de los objetivos planteados y la metodología empleada, en el presente ensayo, se llega a las siguientes conclusiones:

- La aplicación de fertilizantes inorgánicos, mostró ser la que produjo un mayor volumen de semilla de papa, con el tratamiento T4 = 19.3 TM/Ha, correspondiente a la dosis óptima más el 100 % de Fosfato Di amónico más Urea.
- Los tratamientos orgánicos como el T5, que corresponde a la dosis mínima de Humus de Lombriz dio como resultado un volumen de 15.89 TM/Ha, y el T10 que corresponde al fertilizante orgánico – líquido – Tutor en su dosis mínima, dio como resultado un volumen de 15.72 TM/Ha, de semilla de papa.
- Los resultados del análisis económico, demuestran que en el tratamiento T4 demostró la mayor relación Beneficio / Costo con 4.98 lo que significa que por cada boliviano invertido, se obtiene 4.98 bs, mientras que en el T5 que corresponde a Humus de Lombriz en dosis mínima se obtiene una relación B/C. de 4.47; ubicándose apenas con una diferencia de 0.51 en la relación B/C.
- En la comunidad de Lampaya del municipio de Villazón, se determinó que el cultivo de papa semilla variedad Desiree, se obtiene los mayores rendimientos en tubérculo semilla con la aplicación del doble del nivel 37 - 28 – 00.

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones citadas líneas arriba y tomando en cuenta que es un estudio de evaluación en rendimiento de semilla de papa con la fertilización inorgánica y con la fertilización orgánica, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Incorporar en el sistema de producción de semilla de papa en las zonas semilleros de Villazón, el Humus de Lombriz, por sus aportes y costos de producción inferiores a los tratamientos con fertilizantes inorgánicos.
- Realizar ensayos con otro tipo de abonos orgánicos, y orientar la producción de semillas de papa hacia la sostenibilidad productiva del recurso suelo, a través del tiempo.
- Reducir el uso de fertilizantes inorgánicos e incorporar la técnica del empanizado de tubérculos semillas, con abonos orgánicos líquidos, harinas de roca, humus o cualquier otro producto orgánico.