

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE CINCO MÉTODOS PARA INDUCIR LA BROTAÇÃO EN  
PAPA DE LA VARIEDAD WAYCH'A (*Solanum tuberosum* L. *Ssp. Andigena*)  
EN DOS LOCALIDADES DE LA PROVINCIA LOAYZA**

**GUILLERMO RENÉ MAMANI CHAMBI**

**La Paz, Bolivia**

**2006**

**Universidad Mayor de San Andrés**  
**Facultad de Agronomía**  
**Carrera de Ingeniería Agronómica**

**EVALUACIÓN DE CINCO MÉTODOS PARA INDUCIR LA BROTAÇÃO EN  
PAPA DE LA VARIEDAD WAYCH'A (*Solanum tuberosum* L. *Ssp. Andígena*)  
EN DOS LOCALIDADES DE LA PROVINCIA LOAYZA**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**GUILLERMO RENÉ MAMANI CHAMBI**

**Asesor:**

Ing. Agr. Alejandro Valdivia Salces .....

**Comité Revisor:**

Ing. M.Sc. Jorge Guzmán Calla .....

Ing. Agr. René Calatayud Valdez .....

**APROBADA**

**Decano:**

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera .....

*Dedicado:*

*A mis mamás Maruja Ibáñez y Sofía Chambi por los valores que me inculcaron, a mis padres Pastor y Justina por el amor, paciencia, apoyo que siempre me brindaron, a mi familia Irene e hijos Andrés y Carmen por su confianza.*

*A las memorias de mi padrino Zoilo Martínez, abuelo José Chambi y tía Pilar Chambi.*

## **Agradecimientos:**

El presente trabajo de investigación fue realizado con la colaboración de numerosas personas e instituciones, gracias a quienes fue posible su realización.

Deseo agradecer en forma especial a las siguientes personas:

Al Ing. Alejandro Valdivia Salces, por su colaboración como asesor y sobre todo por su enseñanza, apoyo y confianza.

Al Ing. Jorge Guzmán, por las sugerencias y acertadas correcciones realizadas durante la revisión de la tesis.

Al Ing. René Calatayud por la orientación en el trabajo y la redacción de la tesis.

A las instituciones PROSEMPA, ACRA, CEPROMU, FUNDACIÓN CONTRA EL HAMBRE y (ORS- LP) Oficina Regional de Semillas La Paz.

A mis ejemplos de vida Dr. Luis Uria, Sra. Carmen Soruco, Dra. Pilar Soruco, Juan Manuel, Luis Alfonso, Enrique y Pablo, por su apoyo y motivación constante.

A mis hermanos: Dionisio, Martha y Ana, Maruja, Isabel, Eva, José por su apoyo y constante solidaridad. Y Padres políticos Sixto, Dominga por su ayuda desinteresada a mi familia. Uno muy especial para mi abuela Leocadia.

Un agradecimiento especial a mis eficientes y responsables administradoras de la Facultad de Agronomía Sra. Gabriela y Doña Ángela, por la paciencia y comprensión

Un agradecimiento muy particular a la Facultad de Agronomía, a la cual debo mi formación profesional.

# INDICE DE CONTENIDO

Pág.

<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>i</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>v</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
Objetivo general.....	2
Objetivos Específicos.....	2
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Flujo de los tubérculos-semilla de papa en Cairoma.....	3
2.2 Fisiología de los tubérculos-semilla de papa.....	4
2.2.1 Período de reposo.....	5
2.2.2 Factores que influyen en el período de reposo.....	7
2.2.2.1 Factores internos.....	7
2.2.2.2 Factores externos.....	8
2.2.3 Período de brotación.....	10
2.3 Métodos para acelerar el brotamiento.....	12
2.3.1 Corte de tubérculos.....	12
2.3.2 Manejo de la humedad.....	13
2.3.3 Tratamiento con radiación solar y humedad.....	13
2.3.4 Uso del estiércol.....	14
2.3.5 Aplicación del ácido giberélico.....	15
2.4 Análisis de costos parciales de producción.....	15

<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1	Localización.....	17
3.1.1	Características agro ecológicas.....	17
3.1.1.1	Clima.....	17
3.1.1.2	Fisiografía.....	18
3.1.1.3	Suelo.....	18
3.1.1.4	Vegetación.....	19
3.1.1.5	Características productivas.....	20
3.2	Material experimental.....	20
3.2.1	Material vegetal.....	20
3.2.2	Materiales de campo.....	21
3.2.3	Material de gabinete.....	21
3.3	Método.....	21
3.3.1	Diseño experimental.....	22
3.3.2	Factores de estudio.....	23
3.3.2.1	Diseño Completamente Aleatorizado: 4 métodos de inducción.....	23
3.2.2.1.1	Tratamientos.....	24
3.3.2.2	Diseño Bloques Completos al Azar: Siembra de cinco métodos.....	25
3.3.2.2.1	Tratamientos al campo experimental.....	26
3.3.3	Medidas Generales.....	26
3.3.4	Método de Campo.....	27
3.3.4.1	Preparación del terreno.....	27
3.3.4.2	Delimitación del terreno.....	28
3.3.4.3	Traslado de tubérculos-semillas.....	28
3.3.4.4	Siembra.....	28
3.3.4.5	Fertilización.....	28
3.3.4.6	Aporques.....	28
3.3.4.7	Desmalezado.....	29
3.3.4.8	Control fitosanitario.....	29
3.3.4.9	Mediciones.....	29
3.3.4.10	Cosecha.....	29

3.3.5	Variables de respuesta.....	31
3.3.5.1	Fase 1: Variables en almacenamiento en dos localidades.....	31
	Número de brotes.....	31
	Diámetro de brotes.....	31
3.3.5.2	Fase 2: Evaluación de variables agronómicas.....	31
	Porcentaje de emergencia.....	31
	Número de tallos por planta.....	32
	Altura de plantas.....	32
	Rendimiento.....	32
3.3.6	Análisis de los costos parciales de producción.....	32
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>34</b>
4.1	Comportamiento agroclimático .....	34
4.2	Evaluación de los tubérculos-semillas tratados en el almacenamiento .....	36
4.2.1	Número de brotes .....	36
4.2.1.1	Comparación de número de brotes para los tratamientos .....	38
4.2.1.2	Análisis de la interacción localidades por tratamientos para el número de brotes .....	40
4.2.2	Diámetro de brotes .....	43
4.2.2.1	Diámetro de brotes para tratamiento .....	44
4.2.2.2	Diámetro de brotes para escalas .....	46
4.3	Evaluación de variables en campo .....	48
4.3.1	Porcentaje de emergencia .....	48
4.3.1.1	Porcentaje de emergencia para tratamientos .....	49
4.3.2	Número de tallos .....	52
4.3.3	Altura de planta .....	54
4.3.4	Rendimiento .....	56
4.3.4.1	Rendimiento de tubérculo fresco (ton/ha) para localidades.....	57
4.3.4.2	Rendimiento (ton/ha) de tubérculo fresco para tratamientos.....	59
4.3.4.3	Análisis de la interacción localidad por tratamiento en el rendimiento de tubérculo fresco.....	62
4.4	Variables económicas .....	64

4.4.1	Análisis de costos parciales.....	64
5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	69
6.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	71
7.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	72
	<b>ANEXOS</b>	



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Promedios de número de brotes.....	36
Cuadro 2.	Análisis de varianza para el número de brotes.....	37
Cuadro 3.	Comparación de medias de número de brotes para cuatro métodos de inducción.....	38
Cuadro 4.	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción tratamientos por localidades, en el número de brotes.....	40
Cuadro 5.	Comparación de medias de número de brotes para la interacción localidad por tratamientos.....	42
Cuadro 6.	Comparación de medias de número de brotes para la interacción localidad por tratamientos.....	43
Cuadro 7.	Análisis de varianza para brotes en escalas de diámetro.....	44
Cuadro 8.	Comparación de escalas para los tratamientos.....	45
Cuadro 9.	Comparación de medias para escalas.....	46
Cuadro 10.	Análisis de varianza para la emergencia registrada a los 40, 50 y 60 días después de la siembra.....	48
Cuadro 11.	Comparación de medias de porcentaje de emergencia a los 40, 50 y 60 días después de la siembra.....	49
Cuadro 12.	Análisis de varianza para el número de tallos por planta.....	52
Cuadro 13.	Análisis de varianza para la Altura de planta.....	54
Cuadro 14.	Promedios de medias de altura de planta para cinco tratamientos de dos localidades.....	55
Cuadro 15.	Análisis de varianza para el rendimiento de tubérculo fresco (ton/ha).....	57
Cuadro 16.	Comparación de medias del rendimiento de tubérculo fresco para localidades .....	58
Cuadro 17.	Promedios de rendimiento (ton/ha) para los cinco métodos de dos localidades.....	60
Cuadro 18.	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por tratamientos en el rendimiento de tubérculo fresco.....	62
Cuadro 19.	Presupuesto parcial sobre métodos de inducción en el cultivo de papa para una hectárea, en Bs.....	65
Cuadro 20.	Análisis de dominancia.....	66
Cuadro 21.	Análisis marginal de costos variables.....	68

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de ensayo.....	30
Figura 2. Temperaturas promedios registradas durante el periodo de estudio.....	34
Figura 3. Precipitaciones calculadas para Cairoma.....	35
Figura 4. Promedios de número de brotes para los cuatros tratamientos, en dos localidades.....	37
Figura 5. Número de brotes para tratamientos.....	39
Figura. 6 Interacción de localidades por tratamientos en el número de brotes.....	41
Figura 7. Promedios de brotes en escalas de diámetro.....	43
Figura 8. Diámetros de brotes para tratamientos en escalas.....	45
Figura 8. Diámetros de brotes para escalas.....	47
Figura 10. Comportamiento del número de plantas emergidas para los cinco tratamientos a los 40, 50 y 60 días después de la siembra.....	51
Figura 11. Altura de planta (cm) para dos localidad... ..	55
Figura 12. Promedios del rendimiento (ton/ha) de tubérculo fresco para localidades.....	59
Figura 13. Promedios del rendimiento (ton/ha) de tubérculo fresco para tratamientos.....	61
Figura 14. Interacción localidad y tratamientos en el rendimiento de tubérculo fresco.....	63
Figura 15. .Curva de los Beneficios Netos.....	67

## INDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio Mapa 1
- ANEXO 2. Ubicación del área de estudio Mapa 2
- ANEXO 3. Datos meteorológicos de Cairoma ( 2004)
- ANEXO 4. Manejo de la edad fisiológica de los tubérculos-semillas
- ANEXO 5. Taxonomía y botánica de la papa
- ANEXO 6. Datos del ensayo Primera fase: Número de brotes
- ANEXO 6.1 Datos del ensayo Primera fase: Escalas de diámetro
- ANEXO 6.2 Datos de ensayo Segunda Fase: Campo
- ANEXO 7. Análisis de varianza para diámetro de brotes
- ANEXO 8. Análisis de varianza para emergencia
- ANEXO 9. Fotos del ensayo

## 1 INTRODUCCIÓN

La papa es originaria de los Andes del continente Americano, uno de los productos de mayor importancia en la alimentación humana. En la dieta de la población boliviana asentada en los valles y en el altiplano, la papa constituye el producto alimenticio más importante, tanto entre los campesinos como entre los habitantes de las ciudades, es un cultivo que ocupa uno de los porcentajes más altos de superficie cultivada en el ámbito nacional.

Las ciudades de La Paz y El Alto, tienen medias mensuales de consumo por familia de 49.25 y 52.63 kilos respectivamente (CURMI, 1996), estos datos permiten apreciar una mayor incidencia del consumo de papa en la dieta diaria de las familias de El Alto, con una población económicamente más homogénea y con un alto índice migratorio del sector rural. A su vez en un informe de la Encuesta de Seguimiento al Consumo de Alimentos (ESCA, 1994), publicado por el Instituto Nacional de Estadística, se determina que el 86.5% de la población paceña consume papa, producto que aporta en sus requerimientos alimenticios un 18.6 % de calorías y un 12.8 % de proteínas. (CURMI, 1996)

A nivel departamental, las comunidades de Araca son importantes productores de papa para consumo y para semilla, siembran en las épocas de: "Milli" (siembras con riego), "Nayra milli" (siembras adelantadas con riego) y "Qhipa Milli" (siembras retrasadas con riego) desde abril hasta agosto, la "Jach'a Sata" (siembra grande con lluvias o temporal) que es desde octubre a diciembre.

En los Departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, la papa es cultivada en dos ó tres épocas por año, siendo inferior a tres meses el tiempo que transcurre entre una cosecha y la siembra siguiente. Este período es insuficiente para la ruptura natural de la latencia de la mayoría de las variedades sembradas, lo que limita la mayor producción, pues el productor, en general, o siembra los

tubérculos antes de la emergencia de los brotes; o espera el desarrollo de la brotación y siembra en época impropia.

El problema de la siembra de tubérculos-semillas no brotados adecuadamente, dando lugar a bajos rendimientos. Por este motivo, el presente trabajo de investigación pretende proporcionar información, respecto a cinco métodos de ruptura de dormancia, para un abastecimiento continuo de semilla proveniente de zonas de altura y fisiológicamente apta para los valles interandinos como: Luribay, valle de Araca, con posibilidades de siembras tempranas de mayo a agosto.

Bajo este contexto, los objetivos del presente estudio fueron:

### **Objetivo general**

- Generar información sobre los métodos para inducir la brotación en tubérculos-semillas de papa.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de los diferentes métodos de ruptura de dormancia en tubérculos-semilla en dos localidades de la provincia Loayza.
- Analizar la interacción de los métodos de ruptura de dormancia entre el medio ambiente en estudio.
- Evaluar el comportamiento agronómico de la papa inducida a la brotación por los diferentes métodos de ruptura.
- Realizar el análisis de costos parciales de los tratamientos en estudio.

## **2 REVISIÓN DE LITERATURA**

La papa, *Solanum tuberosum* L. se caracteriza por una extraordinaria adaptación a condiciones muy variadas de suelos y climas, por lo que es posible encontrarla en diferentes pisos ecológicos de Bolivia.

La quinta sección Cairoma de la provincia Loayza constituye un espacio de gran diversidad geográfica, presentando diversos pisos ecológicos: Alto Andino, Puna, Cabecera de Valle, Valle y Subtrópico, permitiendo que exista una gran potencialidad productiva, ecológica y económica.

Esta sección, cuenta con 4.790 ha de suelos cultivables, de los cuales el 26 % cuenta con riego, la papa ocupa anualmente 1.271 ha, con rendimientos que fluctúan entre 4 y 8 t/ha, los mayores rendimientos de papa se encuentran en la zona alta con un promedio máximo de 6.5 t/ha, producidos con semilla local. Por otra parte, PROSEMPA (1995) señala una producción para la zona de 15 t/ha, con semillas mejoradas. Esta región es privilegiada del departamento de La Paz, porque es reconocida por su ponderada papa de Araca, en los mercados de La Paz y El Alto.

### **2.1 Flujos de provisión de tubérculos-semilla de papa**

El flujo de provisión de tubérculos-semilla de papa sigue un movimiento de los pisos altos hacia los pisos bajos. En los Valles y Subtrópico el aprovisionamiento de semilla es anual, con el objetivo de mantener un nivel uniforme de producción.(CEPROMU, 1996)

PROSEMPA (1995), en la actualidad relacionó a los Valles como usuarios finales de la semilla de papa, con los grupos ofertantes de semilla. Los agricultores de Cabecera de Valle realizarán un uso racional de semilla. Los grupos ofertantes de

semilla adquieren anualmente pequeñas cantidades de semilla de alta calidad de UPS/SEPA, PROINPA, para su remultiplicación.

## **2.2 Fisiología de los tubérculos-semilla de papa**

Martínez y Huaman (1987) indican que, la papa, normalmente se propaga de modo vegetativo, existiendo una transferencia permanente de una vasta cantidad de células de una generación a la próxima sin que se produzcan cambios genéticos o diferencias drásticas. La vida de un individuo comienza con la iniciación del tubérculo madre. El tubérculo maduro representará a la vez la forma de propagación para los cultivos subsiguientes y el producto que se cosecha.

Wiersema (1985) indica que después de su iniciación, el tubérculo de papa se desarrolla de manera continua, tanto morfológica como fisiológicamente. En todo momento el tubérculo tiene dos edades diferentes: una edad cronológica y otra fisiológica.

**La edad cronológica**, se refiere a la edad del tubérculo desde el momento de la iniciación del tubérculo o desde su cosecha. Se expresa en días, semanas o meses sin referencia a las condiciones ambientales. Científicamente es más correcto medir la edad basándose en la fecha de iniciación de la tuberización que en la fecha de la cosecha, pero en la práctica lo primero es difícil de determinar.

**La edad fisiológica**, por otro lado, se refiere principalmente al proceso de desarrollo de los brotes. Depende tanto de la edad cronológica de los tubérculos como de las condiciones ambientales. Los tubérculos pueden tener la misma edad cronológica, pero sus edades fisiológicas pueden ser diferentes.

Malagamba (1999) indica que, una condición para obtener niveles de productividad elevados en un cultivo de papas es lograr que los tubérculos-semilla alcancen el “estado de brotamiento” más adecuado al momento de la siembra.

Por lo tanto, las prácticas de manejo de poscosecha que se realicen con los tubérculos-semilla deben concentrarse en aquellos factores y condiciones que influyen en el desarrollo de brotes vigorosos, que luego emergerán sin demora. En general es necesario considerar dos factores estrechamente relacionados con la emisión de brotes:

- a) La variedad de papa, responsable principalmente de diferencias importantes en la duración del periodo conocido como “dormancia de los tubérculos”.
- b) La edad fisiológica del tubérculo-semilla, fuertemente influida por las condiciones de almacenamiento.

Martinez y Huamán (1987), durante su desarrollo fisiológico el tubérculo de papa, atraviesa por cuatro estados definidos: reposo, dominancia apical, brotamiento múltiple y senectud. Wiersema (1985) Durante este desarrollo, llamado envejecimiento fisiológico, el tubérculo cambia de fisiológicamente joven a fisiológicamente viejo.

### **2.2.1 Período de reposo**

Wiersema (1986) indica que la dormancia o reposo es el estado durante el cual los tubérculos no brotan, aun bajo condiciones ambientales que en otras circunstancias serían favorables para un rápido brotamiento. Después de la formación del tubérculo de papa, las yemas permanecen dormantes por un periodo de tiempo cuya duración puede ser de varios meses.

En este estado, el crecimiento de los brotes no se puede medir aún cuando el tubérculo esté expuesta a condiciones favorables para brotar, tales como almacenamiento bajo oscuridad, temperatura de 15 a 20 °C y una humedad relativa de 90%. El periodo de dormancia termina al iniciarse el crecimiento del primer brote.



Martínez y Huamán (1987) indican que la dormancia se refiere a todo el período, durante el cual las yemas son incapaces de brotar debido a causas endógenas o exógenas. En consecuencia el periodo dormante consiste tanto del período de reposo como del subsiguiente período de quiescencia.

Una vez que el periodo de reposo ( letargo o latencia o dormancia), ha concluido, el tubérculo está apto para brotar, sin embargo las yemas podrían aún permanecer sin brotar debido a ciertas condiciones como temperatura o foto período desfavorable. Bajo esta condición se dice que las yemas están quiescentes, es decir aptas para brotar cuando el medio ambiente externo sea favorable. Durante la quiescencia los tubérculos no brotarán si la temperatura es baja.

Martínez y Huaman (1987), citan a Hemberg (1985) que indica que el estado de desarrollo durante el cual las yemas de un tubérculo de papa no pueden brotar debido a causas endógenas (control bioquímico u hormonal), se llama periodo de reposo o simplemente reposo.

En conclusión se define los siguientes términos: Reposo, Letargo, Latencia o Dormancia es la detención temporal del crecimiento en las plantas, órganos o tejidos sanos, debido a la falta de algún factor del medio externo o interno indispensable, sin comprometer la vida de dichas plantas, órganos o tejidos, acompañada por una actividad metabólica reducida y relativamente independiente de condiciones ambientales. (Rodríguez 1991)

En una variedad, el fin de reposo es definido cuando 80% de los tubérculos (de una muestra de por lo menos 20 tubérculos de tamaño uniforme) tienen brotes no menores de 3 mm de longitud.

Existen dos definiciones comunes de período de reposo:

- a) Reposo total: el período comprendido desde el inicio de la tuberización hasta el término del reposo;

b) Reposo de poscosecha: el período desde la cosecha hasta el fin del reposo.

Científicamente, el concepto de reposo total es más exacto aunque más difícil de determinar. Así, el reposo de poscosecha es comúnmente utilizado para fines prácticos.

La duración del período de reposo determina la fecha de siembra. Es arriesgado sembrar tubérculos en reposo, debido a que las plantas de papa podrían emerger con un solo tallo ó los tubérculos podrían desintegrarse en el suelo antes de emerger lo cual conduce al fracaso en el cultivo.

## **2.2.2 Factores que influyen en el período de reposo**

### **2.2.2.1 Factores internos**

Ezeta (1978) mencionado por Marca y Hidalgo (1999), indica que la dificultad para definir el período de reposo surge principalmente del desconocimiento del mecanismo que controla este estado fisiológico del tubérculo. A continuación se mencionan los factores internos relacionados con los procesos de dormancia y brotamiento.

- Balance de almidones y azúcares
- Contenido de ácido ascórbico y glutatión
- Presión parcial del anhídrido carbónico en el medio ambiente
- Autogeneración de inhibidores volátiles
- Deshidratación
- Inhibidores químicos endógenos
- Balance hormonal
- Actividad enzimática
- Síntesis proteica
- Síntesis de ARN
- Depresión de ADN

Hasta el momento no se dispone de una teoría unificadora acerca del fenómeno de la dormancia. Además, poco se ha estudiado sobre el control genético de este proceso. El esquema general, tan difundido actualmente para explicar la activación o inhibición de diversos procesos fisiológicos, ha sido sugerido también para dormancia y brotamiento.

ADN → ARN → síntesis proteica → sistemas enzimáticos → procesos fisiológicos

Todos los cambios observados y relacionados con el inicio o la interrupción del período de dormancia no serían sino manifestaciones de un proceso previamente iniciado a nivel genético.

Martínez y Huaman (1987), indican que se ha demostrado que durante el reposo el movimiento de aminoácido desde los tejidos internos hacia las yemas se detiene. Cuando los tubérculos rompen su reposo, el transporte se reanuda hacia los tejidos externos que contienen las yemas, de tal manera que la síntesis de proteínas comienza en los tejidos.

#### **2.2.2.2 Factores externos**

Burton (1966), Wiersema (1985) y Van der Zaag (1990) coinciden que la duración del reposo es afectada por varios factores que se señalan a continuación:

- Variedad. El reposo del tubérculo puede durar desde menos de un mes hasta varios meses, dependiendo de la variedad. La duración del período de reposo no está relacionada con la duración del período vegetativo de una variedad. Por ejemplo, una variedad precoz no necesariamente tiene un periodo de reposo corto.
- Madurez del tubérculo. Los tubérculos inmaduros tienen usualmente un reposo más largo de poscosecha que los tubérculos cosechados ya

maduros. Sin embargo, debido a que los tubérculos inmaduros son cosechados más temprano, ellos pueden brotar más tempranamente que los tubérculos cosechados ya maduros.

- Temperaturas durante el almacenamiento. Las temperaturas altas de almacenamiento aceleran el proceso de envejecimiento fisiológico dentro del tubérculo reduciendo así el período del reposo. En algunas variedades, sin embargo, una temperatura fluctuante de almacenamiento o un “golpe de frío” de dos a cuatro semanas a bajas temperaturas (debajo de 10 °C) es más efectiva para acortar el período de reposo que un almacenamiento a una temperatura alta constante.
- Humedad. Cuanto mayor la humedad atmosférica, menor es el período de latencia del tubérculo.
- Luminosidad. La exposición a luz prolonga la latencia en tubérculos maduros y la reduce en los inmaduros.
- Concentración de Oxígeno. La reducción de la concentración de oxígeno induce a la brotación.
- Concentración de Dióxido de Carbono. A pesar de aumentar la tasa de crecimiento de los brotes, la mayor concentración de dióxido de carbono no tiene efecto sobre el período de latencia.
- Condiciones de crecimiento. Las condiciones bajo las cuales son producidos los tubérculos semillas afectan la longitud del período de reposo. Por ejemplo altas temperaturas, baja humedad y baja fertilidad del suelo durante el crecimiento de tubérculos aceleran el desarrollo fisiológico y reducen el período de reposo.

- Daños en el tubérculo. Los daños causados al tubérculo en la cosecha y manipulación o por enfermedades y plagas reducen el período de reposo. El corte de los tubérculos-semillas también da lugar a un brotamiento más temprano.
- Tamaño del tubérculo-semilla. Los tubérculos-semilla más pequeños tienen un período de reposo más prolongado que los tubérculos más grandes. Además, el tamaño del tubérculo tiene un marcado efecto en la pérdida de peso durante el almacenamiento.

### **2.2.3 Períodos de brotación**

En el período de brotación se puede observar tres fases:

- 1) Dominancia del brote apical**, frecuentemente la yema apical empieza a brotar primero, marcando el comienzo del estado de dominancia apical. El sembrar tubérculos con un sólo brote, da lugar a un solo tallo y consecuentemente los rendimientos son reducidos. La duración de la dominancia apical difiere considerablemente entre variedades.

La dominancia apical es afectada por él:

- a) Manejo del almacenamiento. Retardar el crecimiento de brotes a una conservación en ambiente frío a condiciones propicias al crecimiento de los brotes (Temperatura de 20 °C y humedad ambiente elevada), esto promovería al crecimiento de los brotes, observándose brotamiento múltiple.
- b) Desbrotamiento. Eliminando el brote apical del tubérculo se puede inducir a la formación de brotes múltiples que da lugar a varios tallos por planta. Los brotes deben ser removidos cuando ellos están aún

jóvenes. Cuando los brotes están viejos, el desbrotamiento puede causar daños al tubérculo, deshidratación y un rebrotamiento escaso.

**2) Brotamiento múltiple**, esta fase se caracteriza por el desarrollo de varios brotes adicionales en de la papa y dura varios meses según la variedad, especialmente cuando se almacenan tubérculos a temperaturas bajas. La luz difusa ayuda a prolongar el estado de brotamiento múltiple y a mantener los brotes cortos y fuertes. Generalmente, éste es el estado óptimo para sembrar tubérculos-semillas, porque las plantas tendrán varios tallos.

Al comienzo del estado de brotamiento múltiple, el tubérculo-semilla es fisiológicamente “joven”; al final es “viejo”. Los tubérculos-semillas viejos no deben ser desbrotados aunque los brotes se alarguen, pues pueden haber perdido su capacidad de rebrotamiento o pueden formar solamente brotes delgados.

**3) Senectud**, este estado se caracteriza por varios síntomas:

- a) excesiva ramificación de los brotes
- b) producción de brotes largos y débiles, a menudo conocidos como “brotes ahilados“
- c) Producción de papas diminutas directamente en los brotes, ya sea durante la siembra o durante la emergencia.

En este estado los tubérculos-semillas ya no producen plantas productivas. La senectud puede ser retardada produciendo y almacenando tubérculos-semillas a temperaturas bajas. Tubérculos-semillas producidos durante una temporada cálida de cultivo alcanzan el estado de senectud más pronto que los producidos durante una temporada fría.

## **2.3 Métodos para acelerar el brotamiento**

Varios métodos pueden ser usados individualmente o en combinación para romper la dormancia en tubérculos-semillas:

### **2.3.1 Corte de tubérculos**

Van der Zaag (1990) y Pozo (1999) coinciden que el corte o fraccionamiento de los tubérculos-semillas es una labor que se realiza especialmente cuando éstos son demasiado grandes y tienen por objetivos:

1. Ahorrar semilla y mejorar la tasa de multiplicación
2. Mejorar la distribución de la población de tallos
3. Incrementar el número de tallos por tubérculo-semilla
4. Estimular el crecimiento del brote

Pozo (1999) indica que, comparando la productividad de los tubérculos-semillas cortados y los tubérculos-semillas completos del mismo peso es usual encontrar que las semillas enteras producen un mejor rendimiento. Esto se debe a que un tubérculo-semilla completo, de un determinado peso, tiene mayor superficie de piel que una semilla cortada del mismo peso; en consecuencia la semilla completa puede producir más tallos que la cortada. Adicionalmente, la semilla entera tiene un mayor porcentaje de emergencia, ya que el tubérculo cortado puede presentarse un decaimiento que perjudica este proceso.

Sin embargo Pozo (1999) indica que si al momento de la siembra los tubérculos están todavía con dominancia apical, el tubérculo semilla cortado podría permitir una emergencia más temprana y el desarrollo de más tallos por semilla. En este caso el uso de tubérculos-semilla cortado puede dar mejores resultados, si se ha sembrado la misma cantidad de semilla por m<sup>2</sup>.

Las desventajas del corte del tubérculo-semilla son fundamentalmente la posibilidad de transmisión mecánica de enfermedades virales a través del instrumento de corte (PCX), PVS, TMV, APMV, etc.) el decaimiento de la semilla por efecto de una mala suberización y la infección por hongos que penetran por la superficie cortada (Pozo 1999) A pesar de ser una práctica no recomendada en regiones de clima cálido, ya que causa muchas fallas en los cultivos debidos a pudrición de los tubérculos, promueve el desarrollo de la brotación a través de la aceleración de la producción endógena del Ácido Giberélico.

### **2.3.2 Manejo de la Humedad**

La papa-semilla recién cosechada se extiende al sol en pisos de concreto, se tapa con sacos y se mantiene mediante un rociado permanente. Al término de 15 a 20 días los tubérculos comienzan a emitir brotes que los hace aptos para la siembra (Montaldo, 1984)

Mamani (1993) indica que, la menor pérdida de agua se consigue con una humedad relativa del aire de alrededor de 90%; en ambiente muy secos, la perdida de agua es muy alta y pronto los tubérculos se ablandan y arrugan; por el contrario tubérculos conservados con exceso de humedad corren el riesgo que el agua se condense en la superficie aumentando el riesgo de pudrición y brotación.

### **2.3.3 Tratamiento con radiación Solar y Humedad**

Es un medio natural que consiste en colocar al sol, cierta cantidad de tubérculos en un saco de cotense o en medio de paja, durante dos semanas, para luego almacenar en un ambiente de alta humedad y temperatura ( 15 °C y 98 % de Humedad relativa), por dos semanas, con lo cual brotan todas las papas. (Gandarillas y Alandia 1961)



#### **2.3.4 Uso del Estiércol**

Parraga (1987) menciona que los estiércoles son deyecciones sólidas y líquidas, que resultan del proceso de digestión de los alimentos que éstos consumen. Se distinguen dos clases de estiércol: el estiércol frío (vacuno y cerdo) y el estiércol caliente. (equino, ovino, aves de corral)

Selke (1968), mencionado por Valdez (1995) Las heces están constituidas por sustancias proteicas complejas. Algunas sustancias de los abonos orgánicos tales como las: hormonas, enzimas, auxinas, antibióticos pueden ser absorbidas por las plantas en forma directa, tiene una importancia decisiva sobre el desarrollo armónico de la planta.

#### **2.3.5 Aplicación del ácido giberélico**

Las giberelinas se logran parcialmente por medios biológicos de fermentación y por medios químicos de purificación. Uno de los más usados en agricultura es el ácido giberélico con diferentes nombres comerciales por ejemplo: PROGIBB, ACTIVOL, etc. Todas las giberelinas son productos naturales provenientes del hongo *Gibberella fujikuroi*, así como de los vegetales superiores y de las fermentaciones.

CIP (1989), indica que el tratamiento con ácido Giberélico es hecho generalmente por inmersión de los tubérculos en una solución con 5 a 10 ppm (0.5 a 1 gr del producto para 100 litros de agua), por 1 a 3 minutos. La concentración y el tiempo de inmersión son factores variables que dependen del estado fisiológico de los tubérculos. Tiene el inconveniente de la diseminación de patógenos en algunos casos, causa brotes atípicos. A su vez se diferencia de los demás productos químicos, ya que se trata de un compuesto natural y puede intervenir como factor regulador en los procesos generales del reposo de las yemas.

Marca e Hidalgo (1999) dicen que el ácido giberélico es una hormona vegetal que no es tóxica para humanos ni animales y es de fácil manejo. Estudios realizados en diferentes países han demostrado su eficiencia. Las concentraciones varían de 2 a 15 ppm, (2 a 15 gramos de ácido giberélico en 1000 litros de agua) y la inmersión de los tubérculos debe hacerse durante 10 a 20 minutos. Esto depende de la variedad y del estado de reposo en el que se encuentran los tubérculos.

## **2.4 Análisis de los costos parciales de producción**

El objetivo de una evaluación económica propuesta por el CIMMYT (1988), consiste en demostrar la viabilidad financiera de un proyecto mediante una metodología sobre el presupuesto parcial y el análisis marginal, para tal efecto se toman los siguientes aspectos económicos:

**Presupuesto Parcial.-** Este es método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

**Costos que Varían.-** Son los costos relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro, son calculados por hectárea.

**Rendimiento ajustado.-** Es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje de 5 a 30% con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el rendimiento que el agricultor podría lograr con ese tratamiento.

**Beneficio Bruto.-** Resulta de la multiplicación entre el rendimiento ajustado por el precio del producto.

**Beneficio Neto.-** El BN es el beneficio total bruto del campo menos el total de los costos variables.

**Tasa de Retorno Marginal (%).**- Es el beneficio neto marginal (es decir, el aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían) expresada en un porcentaje.

**Tratamiento Dominado.**- El mismo señala que, se considera tratamiento dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo variable más bajo.

### **3. MATERIALES Y MÉTODO**

#### **3.1 Localización**

La presente investigación se desarrolló en dos localidades de Cairoma (ANEXO 1 y 2), quinta sección de la provincia Loayza del departamento de La Paz, el municipio limita al norte con la provincia Sud Yungas, al este con la provincia Inquisivi, al sur con los municipios Luribay y Malla y al oeste con el municipio de Sapahaqui y Luribay. Su vía de ingreso es la ruta La Paz – Patacamaya - Khonani - Caxata, donde se desvía por la carretera hacia la mina Viloco y Cairoma. Está a una distancia aproximada de 320 Km de La Paz. (INE, COSUDE, EMDSP, 2000)

##### **3.1.1 Características Agro ecológicas**

La quinta sección Cairoma de la provincia Loayza constituye un espacio de gran diversidad geográfica, presentando diversos pisos ecológicos: Nival, Alto Andino, Puna, Cabecera de Valle, Valle y Subtrópico, permitiendo que exista una gran potencialidad productiva, ecológica y económica. (PROSEMPA 1995)

###### **3.1.1.1 Clima**

Según CUMAT (1991), se caracteriza por tener, una estación seca y fría de abril a octubre; una estación de lluvias de noviembre a marzo, con precipitaciones mensuales máximas en enero; una precipitación promedio para la zona de 550 mm y temperatura media anual de 11°C.

La caracterización climática de las comunidades en estudio es la siguiente:

Wilapampa: Temperatura media anual de 12°C, precipitación promedio anual de 500mm, presentando heladas en forma de escarcha.

Huerta Grande: Temperatura promedio anual de 20°C y precipitación promedio anual de 800 mm, no se presentan heladas.

### **3.1.1.2 Fisiografía**

Según CUMAT (1991), la zona de estudio se localiza en la cordillera Oriental, siendo el Quimsa Cruz, la elevación más importante. Esta constituida por material sedimentario del Devónico donde se destacan montañas, serranías, y una pequeña llanura cuaternaria de naturaleza fluvio-glacial y coluvio-aluvial conformada por pie de monte y terrazas que se encuentran a lo largo de los ríos que drenan el área. Las descripciones geomorfológicas para las comunidades en estudio es la siguiente:

Wilapampa: Con una topografía de serranía, que se caracteriza porque no han sido afectadas mayormente por procesos glaciales y que se encuentran alrededor de los 4000 m.s.n.m. o por debajo. Tiene laderas en pendientes escarpadas y laderas con pendientes moderadas. Las altitudes varían entre 2800 y 4020 m.s.n.m. según CEPROMU (1994)

Huerta Grande: Con topografía de llanura de Pie de monte, con superficies onduladas con una inclinación variable entre 6% y 15% aproximadamente. Con altitudes que oscilan entre 2480 a 2740 m.s.n.m. (CEPROMU 1994)

### **3.1.1.3 Suelos**

Según CUMAT (1991), las siguientes características se presentan en cada comunidad:

Wilapampa: Los suelos son poco profundos, permeabilidad moderadamente lenta, sin carbonatos, no salino, de reacción neutra, bastante pedregoso y con drenaje superficial algo excesivo.

Huerta Grande: Sus suelos son de origen aluvial, moderadamente profundos, de permeabilidad moderadamente lenta, no calcáreo, no salino, de reacción suavemente ácida, bastante pedregoso, moderadamente bien drenado.

### 3.1.1.4 Vegetación

Según CUMAT (1991), la flora de la zona de Araca, se halla compuesta por una amplia gama de asociaciones vegetales nativas que adquieren predominancia y representatividad de acuerdo al piso ecológico. Se distinguen desde arbóreas y arbustivas en Sub-Trópico y Valle, hasta pajonales de ichu y gramadales en Puna y Altoandino. En las comunidades de estudio se tienen:

Huerta Grande:

<i>Alnus jorullensis</i>	aliso de los cerros, lambram
<i>Schinus molle</i>	molle
<i>Polylepis incana</i>	keñua, kehuiña
<i>Psithacanthus cuneifolius</i>	jamillo, pupa
<i>Agave americana</i>	maguey, pita

Wilapampa:

<i>Baccharis salicifolia</i>	chillca
<i>Satureja ovata (parvifolia)</i>	Qhoa, koa
<i>Escallonia resinosa</i>	chachacoma
<i>Cassia hookeriana</i>	mutumutu
<i>Solanum calicofgnaphalium</i>	ñuñu maya
<i>Cortaderia quila</i>	sewenk'a

También es frecuente la presencia de vegetación implantada:

<i>Eucalyptus sp</i>	eucalipto
<i>Spartium junceum</i>	retama ornamental
<i>Pinus radiata</i>	pino

### **3.1.1.5 Características productivas**

El cultivo de papa en los valles (Huerta Grande), es una actividad complementaria utilizan las variedades de: Sani Blanca, Waych'a, Revolución, Alpha, Yana Imilla, etc., ya que su actividad está la rotación con hortalizas y frutales, principalmente tomate, cebolla, manzanas y duraznos respectivamente.

En la Cabecera de valle (Wilapampa), la actividad principal es el cultivo de papa con las variedades de Sani Negra, Sani blanca, Yana imilla, Runa, Isla, Waycha, Gendarme, además de otros tubérculos como oca, papalisa, como cultivos secundarios se tienen haba, arveja, maíz, cebolla, y forrajes.

## **3.2 Material experimental**

### **3.2.1 Material Vegetal**

En la investigación se utilizó la variedad Waych'a, el tamaño de los tubérculos-semilla fue de 45 - 55 mm de diámetro (tamaño II) cuyo peso promedio era de 60 gr. La semilla pertenece a la categoría fiscalizada, producida en la comunidad de Wilapampa.

La variedad Waych'a (*Solanum tuberosum* L. *Ssp. andígena*) es una variedad nativa de buena aceptación en el mercado de consumo del país, variedad de buen rendimiento y calidad. La planta es de tallos altos y medios delgados, hojas medianas muy densas colocadas en ángulo agudo en el tallo, con muchos folíolos primarios y pedúnculos no marcadamente hinchados en el ápice, flor lila rojiza; de maduración semitardía hasta 160 días; tubérculos de forma redonda; piel predominante rosada frecuentemente con áreas blancas alrededor de los ojos; de excelente calidad culinaria, de rápida cocción, harinosa; con gravedad específica de 1,120; y de rendimiento entre 12-16 t/ha (Loayza, 1988, citado por Vargas, 1994)

### **3.2.2 Material de campo**

- a) Cronómetro, Balanza, termómetros de máximas y mínimas, baldes, marbetes, sacos tipo red, sacos de tocuyo, cuchillo.
  
- b) Estiércol de ovino, paja, agua, PROGIBB (Ácido giberélico)

### **3.2.3 Material de Gabinete**

El material de gabinete utilizado es todo lo referente al material de escritorio y equipo de computadora.

## **3.3 Método**

El procedimiento experimental para la investigación se dividió en dos fases, almacenamiento y siembra:

### **Primera fase: Tratamiento de los tubérculos-semillas**

En dos localidades se establecieron cuatro tratamientos. En la comunidad de Wilapampa, productora de tubérculos-semilla (Ofertantes) y en la comunidad Huerta Grande, productora de papa consumo (Demandantes), respectivamente.

### **Segunda fase: Siembra de los tubérculos-semilla tratados**

Una vez evaluado los cuatro tratamientos en cada localidad, se sembraron los tubérculos-semilla tratados en parcelas adyacentes, en la localidad de Huerta Grande, agregando el quinto tratamiento corte de tubérculos que se lo realiza el momento de la siembra.



### 3.3.1 Diseño Experimental

Los diseños utilizados para el trabajo de investigación fueron:

Un diseño Completamente Aleatorizado, por que interesa la interacción de localidades y tratamientos para las variables: número de brotes y diámetro de brotes en la primera fase, para lo cual corresponde el siguiente Modelo Aditivo Lineal (Calzada, 1970):

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha * \beta)_{ij} + \xi_{ij}$$

Donde:

- $Y_{ij}$  : Una observación cualquiera
- $\mu$  : Media general
- $\alpha_i$  : Efecto de la i-ésima localidad (FA)
- $\beta_j$  : Efecto del j-ésimo método (FB)
- $\alpha * \beta_{ij}$  : Efecto de la i-ésima localidad y el j-ésimo método (FA\*FB)
- $\xi_{ij}$  : Error experimental

Para la segunda fase se utilizó diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial simple, para las variables: emergencia, numero de tallos por planta, altura de plantas y rendimiento, debido a que interesa el estudio de los factores (localidades y tratamientos), el Factor "A" (localidades) fue distribuido en dos parcelas y Factor "B"(tratamientos) en parcela pequeña ya que se estudia con mayor precisión, se formaron tres bloques por localidad para obtener tres repeticiones por tratamiento, fueron 5 tratamientos por bloque sorteados al azar.

En total se contaron con 30 unidades experimentales de ambas parcelas (localidades), que corresponde al siguiente Modelo Aditivo Lineal (Calzada, 1970):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \beta(\alpha)_{j(i)} + \delta_k + (\alpha * \delta)_{ik} + \xi_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$	:	Una observación cualquiera
$\mu$	:	Media general
$\beta_j$	:	Efecto del j-ésimo bloque
$\alpha_i$	:	Efecto de la i-ésima localidad
$\beta(\alpha)_{j(i)}$	:	Efecto de la i-ésima bloque dentro la j-ésima localidad
$\delta_k$	:	Efecto de la k-ésimo método
$\alpha * \delta_{ik}$	:	Efecto de la i-ésima localidad y el k-ésimo método
$\xi_{ijk}$	:	Error experimental

### 3.3.2 Factores de estudio

Los factores en estudio fueron dos: Métodos de inducción y localidades, los mismos establecidos en las dos fases, que se detallan a continuación:

#### 3.3.2.1 Para Diseño Completamente Aleatorizado: 4 métodos de inducción

FACTOR A: Localidades

$a_1$  = Wilapampa

$a_2$  = Huerta Grande

FACTOR B: Métodos de inducción

$b_1$  = Testigo

$b_2$  = Uso del estiércol

$b_3$  = Manejo de la humedad

$b_4$  = Uso del PROGIBB

Para el diseño completamente al azar el estudio, se instalaron en dos localidades (Factor A) y cuatro métodos de inducción (Factor B), para un mejor análisis estadístico de las variables de número de brotes y diámetro de brote.

### **3.3.2.1.1 Tratamientos**

Se compraron dos quintales de tubérculos-semillas de papa, un quintal para Wilapampa: localidad productora de tubérculos-semilla y el otro quintal para Huerta Grande: localidad productora de papa consumo, para ser tratados con los métodos de inducción. Los tratamientos de inducción en tubérculos-semilla se instalaron cuatro métodos de inducción en cada localidad, para cada método se utilizaron 12.5 Kg de papa.

#### **○ Tratamiento 1: Testigo**

Como se trata de un trabajo con dos localidades, cada agricultor dio su manejo artesanal a la semilla para su inducción a la brotación.

- Localidad Wilapampa: El productor guardó los tubérculos en una “chipa” (bolsa trenzada de lazos de cuero) rodeado con paja, el cual fue almacenado en un ambiente oscuro, hasta el día de la siembra.
- Localidad Huerta Grande: Se echaron paja al suelo, sobre este se derramaron los tubérculos-semillas de papa, para luego volver a cubrirlos con paja, asolearlos hasta el día de la siembra.

#### **○ Tratamiento 2: Uso del Estiércol**

En un lugar protegido y de un metro cuadrado se apilaron capas de tubérculos-semilla de papa intercalados con capas de estiércol fresco de ovino. Para mantener estas capas en forma horizontal y con una altura de 30 centímetros, se rodearon con adobes y por encima se taparon con paja. Durante la descomposición del estiércol existe liberación de gases, hormonas, formación del Biol en contacto con los tubérculos-semilla, lo que estimuló la brotación. Esta práctica se efectuó dos meses antes de la siembra.

- **Tratamiento 3: Manejo de la Humedad**

Sobre un piso impermeable expuesto a la interpedie se extendieron uniformemente los tubérculos-semilla, protegiéndolos luego con una cubierta de tocuyo. Por encima se rociaron con agua, por medio de una regadora. La frecuencia de rociado fue diaria, manteniendo siempre una humedad del 100 % y cuidando de no llegar al punto de escurrimiento. El manejo del agua sobre los sacos de tocuyo creó un ambiente húmedo y caliente. Esta practica se la realizó tres semanas antes de la siembra

- **Tratamiento 4: Uso del Ácido Giberélico (PROGIBB)**

El Ácido Giberélico es una hormona natural de crecimiento que estimula e induce al desarrollo de los brotes. Antes del almacenamiento de los tubérculos semilla en bolsas tipo red, se colocarán en canastas para su posterior inmersión durante tres minutos en una solución de Ácido Giberélico ( PROGIBB) a una concentración de 10 ppm.

### **3.3.2.2 Para Diseño Bloques Completos al Azar: Siembra de cinco métodos**

FACTOR A: Localidades

a<sub>1</sub> = Wilapampa

a<sub>2</sub> = Huerta Grande

FACTOR B: Métodos

b<sub>1</sub> = Testigo

b<sub>2</sub> = Uso del estiércol

b<sub>3</sub> = Manejo de la humedad

b<sub>4</sub> = Uso del PROGIBB

b<sub>5</sub> = Corte de tubérculos

Para las siguientes variables como: Emergencia de plantas, altura de plantas, número de tallos y rendimiento por unidad experimental, se evaluaron mediante el

diseño de Bloques Completos al Azar, considerando dos factores como: Localidades (FA) que fue en parcela grande y métodos de inducción (FB) que fue ubicado en unidades experimentales.

### **3.3.2.2.1 Tratamientos al campo experimental**

Una vez tomado los datos de los tratamientos en ambas localidades, se procedieron a trasladar los tubérculos-semillas tratados para su siembra en la parcela grande destinada para ambas localidades.

En la siembra de los 4 tratamientos de cada localidad, se agregó un tratamiento más:

- **Tratamiento 5: Corte de los Tubérculos**

Previamente al corte de los tubérculos-semilla se procedieron a la desinfección de los cuchillos, usando una solución jabonosa. El corte se realizó en dirección longitudinal, iniciando en la parte apical hasta la parte basal del tubérculo. Luego la sección cortada del tubérculo se cubrió con ceniza de fogón, para acelerar la cicatrización y estimular la brotación. Esta práctica fue realizada un día antes de la siembra. Luego de esta operación, los tubérculos cortados se expusieron en semi-sombra hasta el momento de la siembra.

### **3.3.3 Medidas generales**

#### **PARCELA GRANDE PARA LAS DOS LOCALIDADES**

Número de parcela	1
Largo de parcela	31 m
Ancho de parcela	15 m
Pasillo entre las dos parcelas	1 m
Área total	465 m <sup>2</sup>

### **PARCELA PARA CADA LOCALIDAD**

Número de tratamientos	5
Número de bloques	3
Número de unidades experimentales por bloque	5
Total de unidades experimentales	15
Área total del experimento por localidad	225 m <sup>2</sup>

### **MEDIDAS DE BLOQUES**

Largo de bloque	15 m
Ancho de bloque	5 m
Área de bloque	75 m <sup>2</sup>

### **MEDIDAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL**

Largo de la unidad experimental	5 m
Ancho de la unidad experimental	3 m
Número de surcos por unidad experimental	4
Distancia entre surcos	0.75 m
Número de plantas por surco	17 plantas
Área de la unidad experimental	15 m <sup>2</sup>

#### **3.3.4 Método de campo**

Para la realización del presente trabajo de investigación referente a la evaluación de los métodos de inducción y localidades en el cultivo de la papa, se procedió bajo la siguiente metodología.

##### **3.3.4.1 Preparación del Terreno**

El suelo fue preparado a una profundidad de 30 cm, dos aradas, cruzada, nivelada dejándolo bien mullido, siguiendo el sistema tradicional con el uso de tracción animal y arado de palo.

#### **3.3.4.2 Delimitación del Terreno**

Después de preparar el terreno, se delimitó el área de estudio (450 m<sup>2</sup>), se dividió en dos partes cada una con una superficie de 225 m<sup>2</sup> para cada localidad, utilizando cordeles y estacas, se realizaron las mediciones de los bloques y unidades experimentales.

#### **3.3.4.3 Traslado de tubérculos-semillas**

Los tubérculos-semillas tratados en la localidad de Wilapampa, una vez realizado la toma de datos de cada tratamiento, fueron embolsadas con sus respectivas identificaciones y trasladadas a la localidad de Huerta Grande. A su vez en dicha localidad se procedió a la toma de datos de los cuatro tratamientos estudiados.

#### **3.3.4.4 Siembra**

La siembra de los tubérculos-semillas tratados en ambas localidades, ( Wilapampa y Huerta Grande) se realizó por golpe a una distancia de 0.3 cm entre tubérculos y entre surcos de 0.70 cm, en la época conocida como nayra milli (siembra temprana).

#### **3.3.4.5 Fertilización**

Se aplicaron el fertilizante fosfato diamónico ( 18 - 46 - 00) a un nivel recomendado de 80 - 120 - 00. El abono orgánico (estiércol ovino), utilizado fue de 5 t/ha, a chorro continuo.

#### **3.3.4.6 Aporques**

Se efectuaron dos aporques en toda la campaña agrícola, el primer aporque a los 60 días después de la siembra y el segundo aporque se realizó a los 90 días después de la siembra.

#### **3.3.4.7 Desmalezado**

Se realizaron dos desmalezados para la eliminación de malezas de forma manual en el momento del aporque para evitar la competencia por espacio y elementos nutritivos que pueden sufrir las plantas del campo experimental.

#### **3.3.4.8 Control fitosanitario**

Para la prevención de enfermedades e insectos se realizaron aplicaciones de insecticida CURACRON (i.a. profenofos) y fungicida ANTRACOL (i.a. propineb), tres aplicaciones en toda la campaña.

#### **3.3.4.9 Mediciones**

Se contaron número de plantas emergidas por unidad experimental, para obtener porcentaje de emergencia. Se identificaron 10 plantas, por unidad experimental, para determinar número de tallos se realizaron un conteo ocular, con la ayuda de una cinta métrica se midieron la altura de planta.

#### **3.3.4.10 Cosecha**

La cosecha fue realizada cuando los tubérculos se encontraban maduros, utilizando como indicadores la fijación de la epidermis al tubérculo. Se utilizaron canastas, picos, balanzas, sacos, sobres grandes manila y mano de obra. Se eligieron los dos surcos del medio de cada unidad experimental para evitar el efecto de bordura.

Posteriormente se procedió a pesar los tubérculos por unidad experimental para obtener el rendimiento en ton/ha.



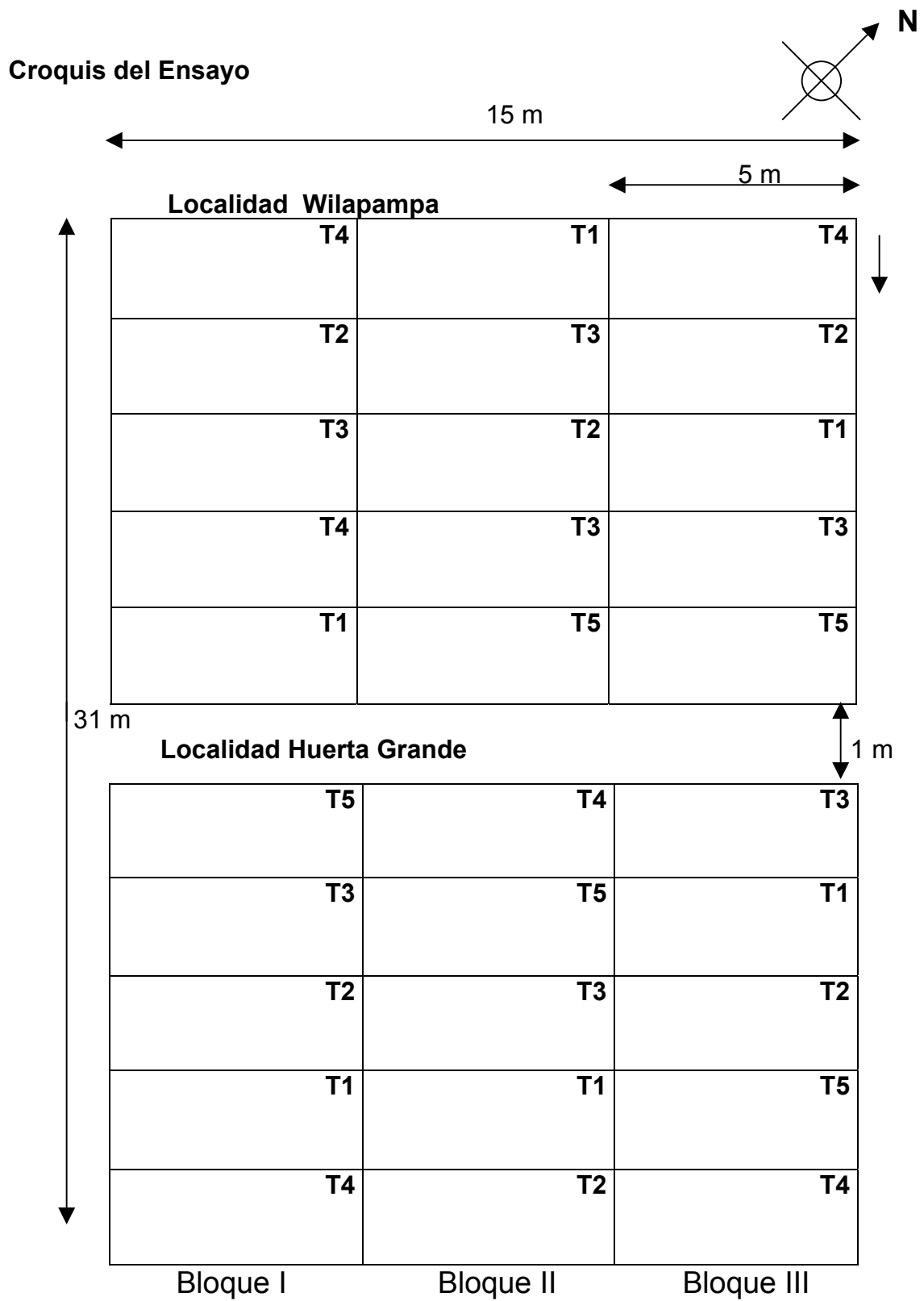


Figura 1.

### **3.3.5 Variables de respuesta**

La toma de datos de las variables agronómicas de papa, del presente estudio se dividió en dos fases:

#### **3.3.5.1 Fase 1: Evaluación de variables en almacenamiento en dos localidades**

##### **Número de brotes**

Se determinó el número de brotes por tubérculo dividiendo el número total de brotes de todos los tubérculos entre el número de tubérculos de una muestra de 20 tubérculos, al final del tratamiento.

##### **Diámetro de brotes**

Se tomaron al final del tratamiento con la ayuda de una regla, y se ordenaron los datos en las siguientes escalas:

##### **Distribución de diámetros (mm) en escalas**

Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	Diámetro 4	Diámetro 5
0 mm a 2 mm	2.1 mm a 4 mm	4.1 mm a 6 mm	6.1 mm a 8 mm	Mayor a 8.1 mm

#### **3.3.5.2 Fase 2: Evaluación de variables agronómicas**

##### **Porcentaje de emergencia (%)**

Las observaciones del porcentaje de emergencia a los tratamientos se efectuaron a los 40, 50 y 60 días después de la siembra.

### **Número de tallos por planta (unidades)**

Al momento de la floración, se ubicaron 10 plantas al azar por unidad experimental. El promedio de tallos por planta se determinó dividiendo el número total de tallos contados entre el número total de plantas por muestra.

### **Altura de plantas (cm)**

Con la ayuda de una cinta métrica se realizaron una medición desde el cuello de la planta hasta la inserción de la última hoja compuesta en el ápice, se ubicaron 10 plantas por tratamiento dentro del área de evaluación, a los 100 días después de la siembra.

### **Rendimiento por unidad experimental (ton/ha)**

Para evaluar el rendimiento, se tomaron dos surcos centrales de la unidad experimental, por tratamiento, para luego calcular en t/ha, antes de cosechar se contaron el número de plantas.

### **3.3.6 Análisis de los costos parciales de producción**

El análisis económico de este ensayo se realizó con el método de evaluación económica propuesto por el CIMMYT (1988), a partir del presupuesto parcial y un análisis marginal, se determinaron los costos y beneficios de los tratamientos, todos los costos de producción se calcularon por hectárea.

### **Beneficio Bruto**

Es la relación del rendimiento ajustado por cada tratamiento multiplicado por el precio de campo (el valor de un Kg para el agricultor).

$$\mathbf{BB = R * P}$$

Donde:

BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento ajustado

P = Precio de campo

### **Beneficio Neto o utilidad de producto**

Esta variable se la determinó, con la relación del beneficio bruto restando el total de costos variables.

$$\mathbf{BN = BB - TC}$$

Donde: BN = Beneficio Neto

TC = Total costos variables de producción

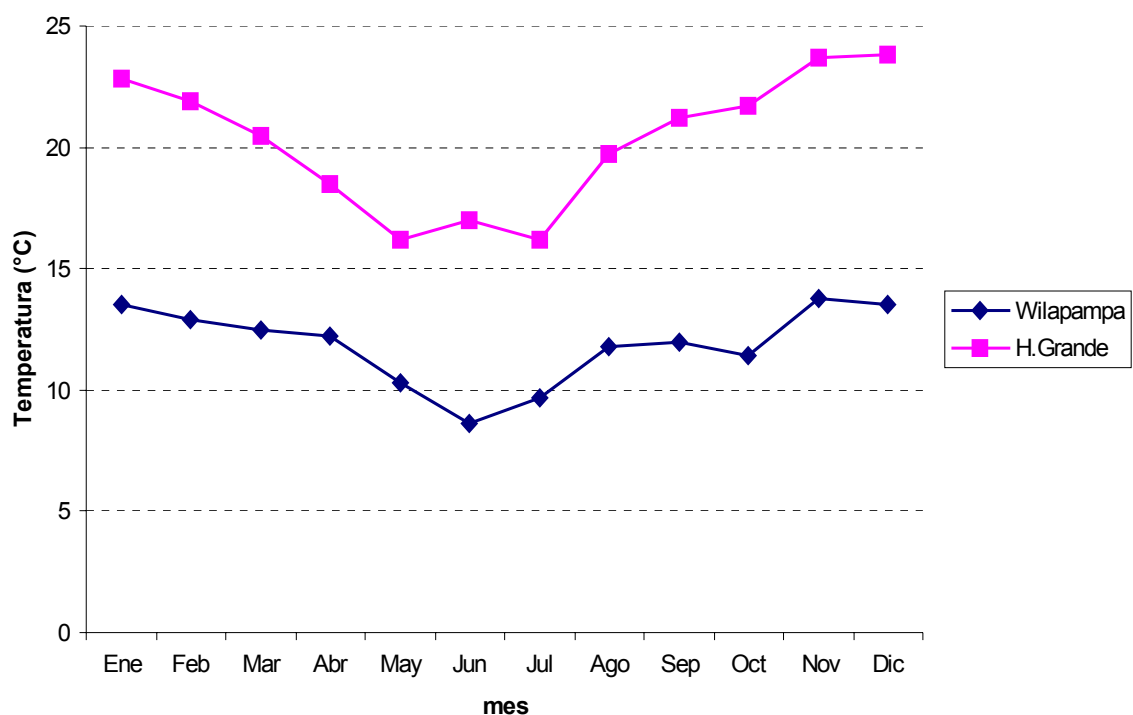
### **Tasa de Retorno Marginal (T.R.M. = %)**

$$\mathbf{(BN_1 - BN_2 / CV_1 - CV_2) * 100}$$

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Comportamiento agro climático

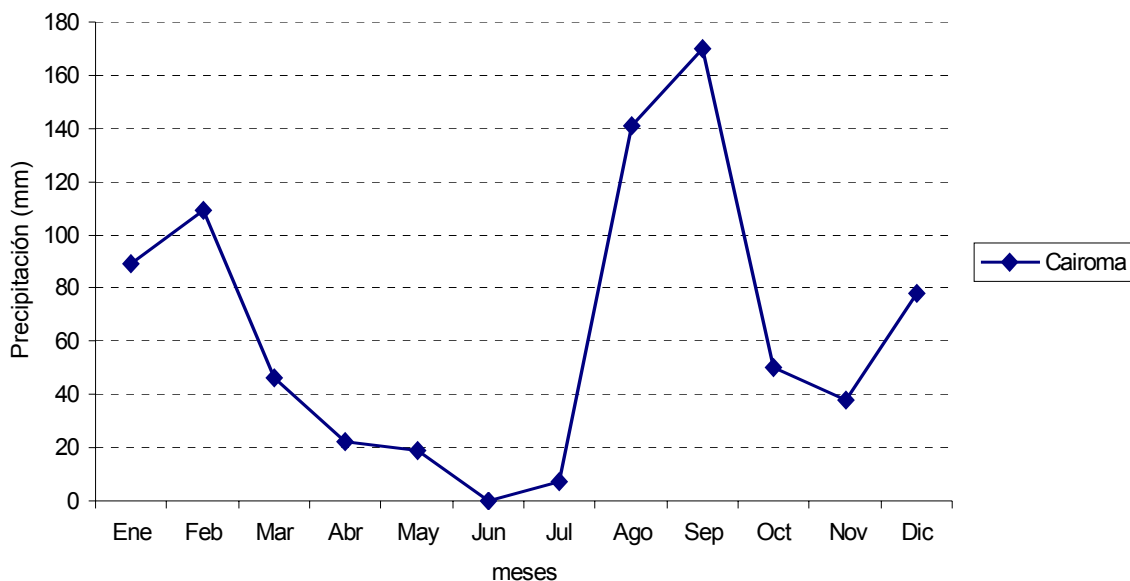
En la figura 2 y anexo 3, presenta las variaciones de temperaturas máximas, medias y mínimas, de ambas localidades



**Figura 2. Temperaturas promedio registradas durante el periodo de estudio. ( Wilapampa y Huerta Grande, 2004)**

En la figura 2, se observa las temperaturas máximas de 13.8 °C y 23.8°C en noviembre (Wilapampa) y diciembre (Huerta Grande); y las temperaturas mínimas se reportaron en los meses de junio con 8.6°C y en mayo con 16.2°C respectivamente. Estas temperaturas no tuvieron incidencia negativa en el experimento.

La precipitación pluvial ocurrida durante este periodo registró un total de 769,5 mm y un promedio de 64,13 mm. La mayor precipitación se registró en los meses de agosto y septiembre, en el periodo de la investigación las lluvias registradas en cada mes sucedieron con diferentes intensidades como se puede observar en la figura 3 y anexo 3.



**Figura 3. Precipitaciones calculadas para Cairoma (2004)**

Las precipitaciones fueron interpoladas de una estación meteorológica cercana a Cairoma. La figura 3, muestra que la mayor precipitación fue reportada en los meses de agosto y septiembre con 141 mm y 170 mm respectivamente. La menor precipitación fue registrada en julio con 7 mm. La buena precipitación favoreció cuando el cultivo estaba en pleno desarrollo y floración.

A pesar de tener una baja precipitación en julio para la siembra de papa, se realizaron riegos por inundación en el campo, para cubrir la deficiencia hídrica.

## 4.2 EVALUACIÓN DE LOS TUBÉRCULOS-SEMILLAS TRATADOS EN EL ALMACENAMIENTO

Se realizó el análisis estadístico para evaluar las variables de respuesta: número de brotes y diámetro de brotes.

### 4.2.1 NÚMERO DE BROTES

Los promedios de número de brotes de los tubérculos-semilla de papa de los diferentes métodos de inducción, en dos localidades, se resume en cuadro 1.

**Cuadro 1. Promedios de número de brotes**

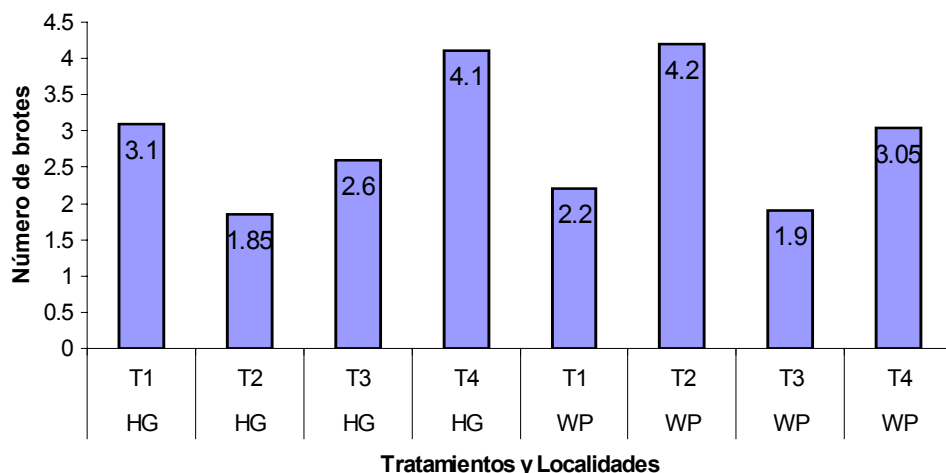
Localidad	Tratamiento	Número de brotes
HG	Testigo	3,10
HG	Uso del estiércol	1,85
HG	Manejo de la humedad	2,60
HG	Uso del PROGIBB	4,10
WP	Testigo	2,20
WP	Uso del estiércol	4,20
WP	Manejo de la humedad	1,90
WP	Uso del PROGIBB	3,05

HG = Huerta Grande    WP = Wilapampa

En el cuadro 1 y figura 4 presentan las diferencias entre los cuatro tratamientos de cada localidad, esto se atribuye a los diferentes métodos de inducción.

El mayor número de brotes para la localidad de Huerta Grande se obtuvo con el método de uso de PROGIBB con 4,10 brotes por tubérculo. En el caso de la localidad de Wilapampa el mayor número de brotes se obtuvo con el uso del estiércol con 4,20 brotes por tubérculo.

El menor número de brotes para la localidad de Huerta Grande presentó el método de uso de estiércol con 1,85 brotes por tubérculo, para la localidad de Wilapampa el método de manejo de humedad con 1,90 brotes por tubérculo.



\* HG = Huerta Grande  
\* WP = Wilapampa

**Figura 4. Promedios de número de brotes para los cuatros tratamientos, en dos localidades**

El número de brotes para las localidades de Wilapampa y Huerta Grande, fue medido de 20 tubérculos-semillas muestreados al azar por tratamiento, se realizó un análisis de varianza (cuadro 2), las medias de los tratamientos se analizaron con la prueba de Duncan con  $\alpha = 0.05$  y para las interacciones de métodos por localidades fue necesario un análisis de efectos simples.

**Cuadro 2. Análisis de varianza para el número de brotes**

F V	GL	SC	CM	F	Prob > F	
Localidad	1	0,90	0,90	0,12	0,7271	ns
Tratamiento	3	152,60	50,86	7,00	0,0009	*
Interacción	3	316,10	105,37	14,51	0,0001	*
Error	32	232,40	7,26			
Total	39	702				

CV = 23.43 %

\* = significativo al nivel de 5 %

ns = No significativo



El análisis de varianza del número de brotes, mostró un coeficiente de variación de 23.43% que indica que los datos son confiables, ya que se encuentra por debajo del 30%. (Calzada 1970) El número de brotes para todos los tratamientos presenta un promedio de 2,87 brotes por tubérculo.

Por otra parte no se encontraron diferencias significativas entre localidades lo cual indica que la ubicación de estas no afecta al número de brotes. Sin embargo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y la interacción localidad por tratamientos, lo cual indica que el ambiente afectó a los métodos de inducción.

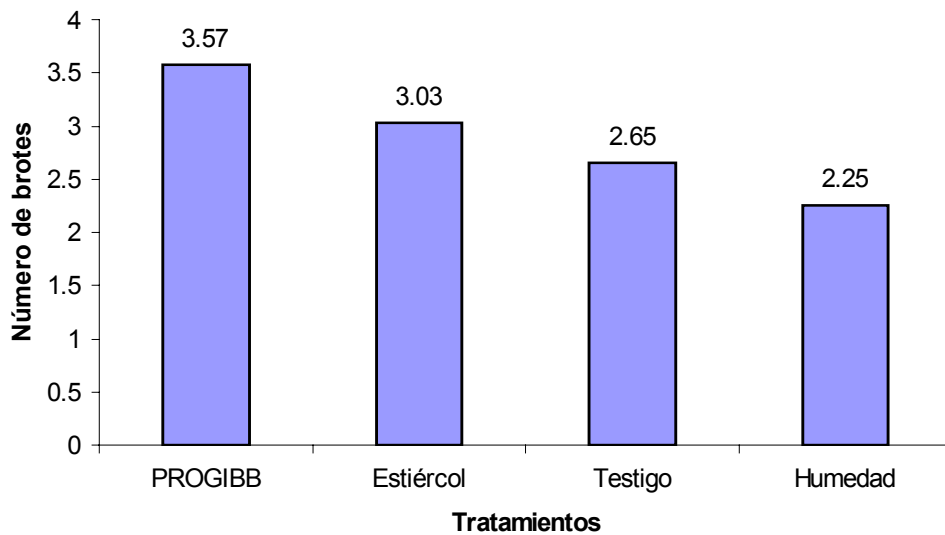
#### 4.2.1.1 Comparación de número de brotes para los tratamientos

Según el análisis de varianza del cuadro 2, se encontró diferencias para tratamientos, cuyas medias se analizan en cuadro 3 y figura 5 mediante la prueba de Duncan, a un nivel de significancia del 5%.

**Cuadro 3. Comparación de medias de número de brotes para cuatro métodos de inducción.**

Tratamiento	Número de brotes	Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
T <sub>4</sub> (Uso del PROGIBB)	3,57	a
T <sub>2</sub> (Uso del estiércol)	3,03	a
T <sub>1</sub> (Testigo)	2,65	b
T <sub>3</sub> (Manejo humedad)	2,25	c

En la prueba de medias cuadro 3 y figura 5, el tratamiento 4 uso del ácido giberélico muestra un mayor número de brotes de 3.57, seguido del uso de estiércol con 3.03 brotes por tubérculo, debido a que son tratamientos protegidos y a su vez fueron influidos por el gran movimiento de masas de aire húmedo que vienen de la parte baja del Subtrópico. Cuanto mayor la humedad atmosférica, menor es el período de latencia de los tubérculos-semillas. (Burton 1966)



\* PROGIBB = Ácido giberélico

**Figura 5. Número de brotes para tratamientos**

Estas variaciones de humedad y temperatura lograron actuar sobre el estiércol en la liberación de fitohormonas principales como las auxinas, giberelinas, citoquininas, a lo que Valdez indica (1995) que estos estimulan la división celular, a su vez actúan sobre el ARN activando genes, afectando en el crecimiento de brotes.

El tratamiento 4, uso del PROGIBB (Ácido giberélico), reporta buen número de brotes, dando lugar a una ruptura de la latencia de los tubérculos-semillas y uniformidad del desarrollo de los brotes (Weaver 1980)

Con respecto a los tratamientos testigo (T1) con 2.65 y manejo de la humedad (T3) con 2.25 que fueron instalados al medio ambiente, para el caso de los testigos, en Wilapampa los tubérculos-semilla fueron colocados en una bolsa en red de cuero (Chipa) y paja almacenado en un ambiente cerrado con temperatura y humedad normal y en Huerta Grande los tubérculos-semillas estuvieron colocados en medio de pajas y expuestos al medio ambiente, afectados por la temperatura, baja humedad y la radiación solar tuvo mas incidencia sobre el

tratamiento. La luminosidad o la exposición a luz natural reduce la latencia. (Burton 1966)

La prueba de medias para el tratamiento 3 Manejo de humedad reportan bajo número de brotes a pesar de ser un factor que induce a la brotación. Cuanto mayor la humedad atmosférica, menor es el período de latencia de los tubérculos-semillas. (Burton 1966)

Las temperaturas jugaron un rol importante en una época seca, sobre el tratamiento de humedad, con consecuencias de evaporaciones constantes del tratamiento.

#### 4.2.1.2 Análisis de la interacción localidades por tratamientos para el número de brotes

Como se puede apreciar en el cuadro 2 de análisis de varianza para el número de brotes por tubérculo en la interacción tratamientos por localidad es significativa, puesto que el factor tratamientos influyó en el número de brotes dentro de las localidades, por lo que se procedió al análisis de efectos simples para dicha interacción.

**Cuadro 4. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción tratamientos por localidades, en el número de brotes.**

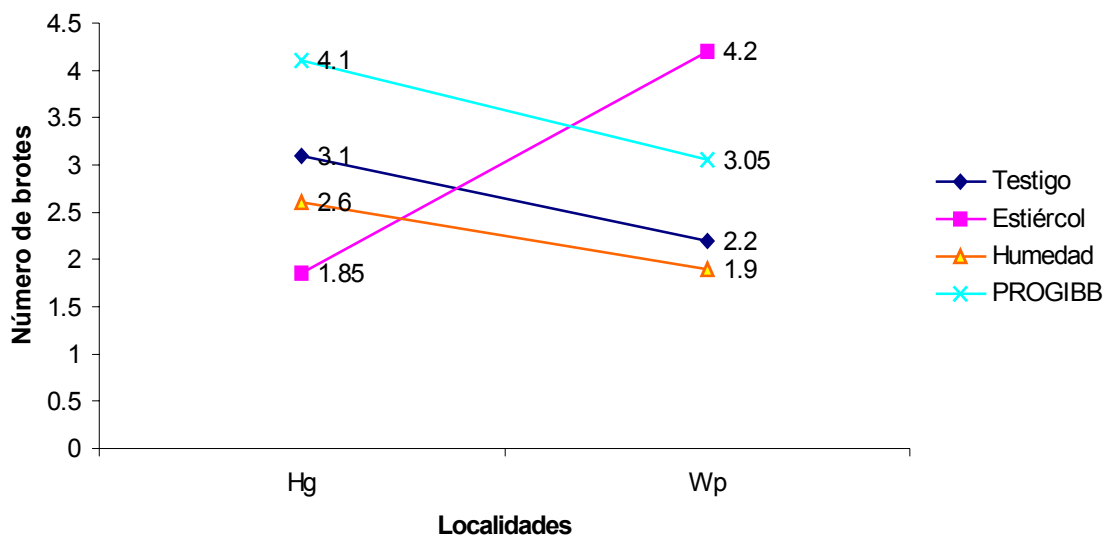
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft<sub>0.05</sub></b>
T(L1)	3	13,359	4,453	9,81	9,28 *
T(L2)	3	15,934	5,311	11,70	9,28 *
Error	32	14,525	0,454		
Total	39	43,875			

\* = Significativo al nivel de 5 %

En el cuadro 4 se puede apreciar que existe dependencia del factor localidades para los tratamientos lo que indica que existen diferencias significativas para el número de brotes por tubérculo.

Como se puede apreciar en la figura 6, el mayor número de brotes se obtuvo con el tratamiento 4, correspondiente a la localidad de Huerta Grande con la aplicación del ácido giberélico (PROGIBB) con un valor de 4,1 brotes por tubérculo, en cambio en la localidad de Wilapampa el mayor número de brotes lo tuvo el tratamiento 2, con la aplicación de estiércol en capas con un valor de 4,2 brotes por tubérculo.

También se ha observado que, el promedio de número de brotes más bajo se obtuvo en la localidad de Huerta Grande con el tratamiento 2, uso del estiércol, y para Wilapampa el tratamiento 3, manejo de la humedad por otra parte se ve también que en los otros tratamientos de cada localidad se obtuvieron número brotes superiores frente a los testigos, esto se debe a un mayor contacto con los factores externos, el cual fue importante en el proceso fisiológico de los tubérculos-semillas.



**Figura. 6** Interacción de localidades por tratamientos en el número de brotes

En la aplicación de los métodos de inducción en las dos localidades se puede comprobar que, los tratamientos con el uso de los diferentes métodos frente a los tratamientos testigo según Duncan (ver cuadro 5) son estadísticamente diferentes, siendo los que reportan un mayor promedio de número de brotes los que se obtuvieron con tratamientos con estiércol y localidad Wilapampa ( $T_2L_2$ ), con 4,2 brotes por tubérculo, también el tratamiento uso del PROGIBB y localidad de Huerta Grande ( $T_4L_1$ ) con 4,1 brotes por tubérculo.

Y con un menor valor los tratamientos testigo y localidad Huerta Grande ( $T_1L_2$ ), humedad y localidad Wilapampa ( $T_3L_2$ ), Estiércol y localidad Wilapampa con 2,2, 1,9 y 1.5 brotes por tubérculo respectivamente.

**Cuadro 5. Comparación de medias de número de brotes para la interacción localidad por tratamientos**

Interacción tratamiento Y localidad	Número de brotes	Prueba de Duncan <sub>(0,05)</sub>
$T_2L_2$ (Estiércol – Wilapampa)	4,2	a
$T_4L_1$ (PROGIBB – Huerta Grande)	4,1	a
$T_1L_1$ (Testigo – Huerta Grande)	3,1	b
$T_4L_2$ (PROGIBB – Wilapampa)	3,05	b
$T_3L_1$ (Humedad – Huerta Grande)	2,6	b
$T_1L_2$ (Testigo – Wilapampa)	2,2	c
$T_3L_2$ (Humedad Wilapampa)	1,9	c
$T_2L_1$ (Estiércol – Huerta Grande)	1,5	c

El manejo del tubérculo antes de la siembra afecta el número de brotes. Las condiciones de almacenamiento que facilitan la dominancia apical disminuyen el número de brotes. (Pozo 1999)

Pozo (1999) menciona que el estado fisiológico óptimo de la semilla permite la formación de varios brotes e incluso la ramificación de los brotes. Si la semilla es demasiada joven desarrollará un solo brote y si es demasiada vieja formará brotes muy débiles. Esto se aprecia y estudia mejor en anexo 4.

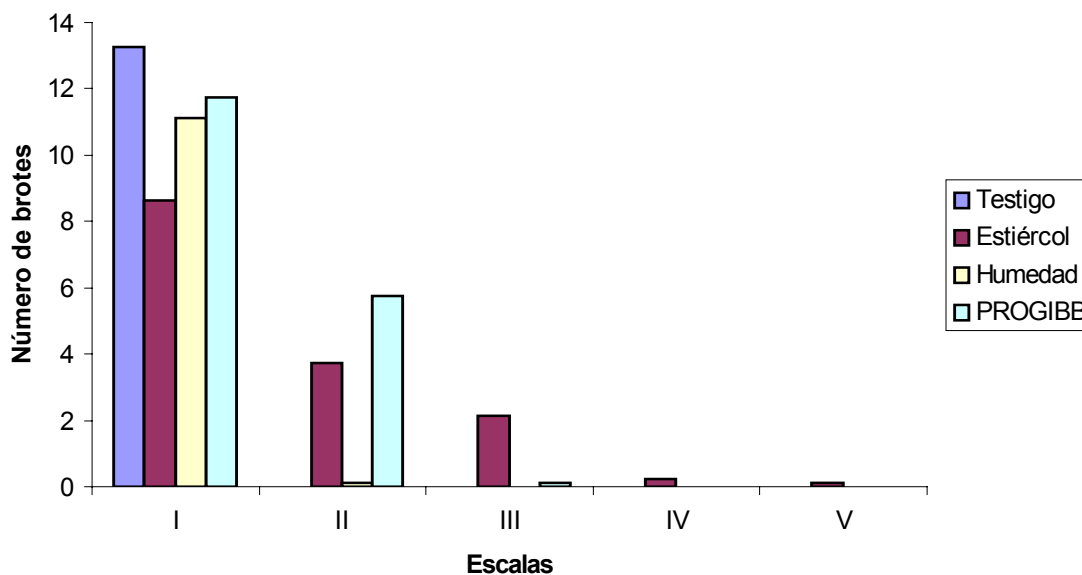
## 4.2.2 DIÁMETRO DE BROTES

Para la determinación de esta variable se hicieron un muestreo de 20 tubérculos-semillas de cada tratamiento, a las cuales se les tomaron medidas en mm, luego fueron ubicados en las diferentes escalas que se crearon para este propósito.

**Cuadro 6 Promedios de diámetro de brotes en escalas**

Diámetro mm	Escala	Testigo	Estiércol	Humedad	PROGIBB
0 a 2	I	13,25	8,62	11,12	11,75
2,1 a 4	II		3,75	0,12	5,75
4,1 a 6	III		2,12		0,12
6,1 a 8	IV		0,25		
mayor a 8,1	V		0,12		

En el cuadro 6 y figura 7 se puede observar que hay mayor variabilidad de escalas con tratamientos estiércol y PROGIBB, es decir de los brotes evaluados tienden a tener diferentes medidas de diámetro. Es mas uniforme las medidas en el testigo que se acogen dentro de la escala I.



**Figura 7. Promedios de brotes en escalas de diámetro**

**Cuadro 7. Análisis de varianza para brotes en escalas de diámetro**

FV	GL	Cuadrados medios			
		Huerta Grande		Wilapampa	
Tratamiento	3	0,53	*	1,42	*
Escalas	4	16,48	*	16,37	*
Interacción	12	1,43	ns	0,60	ns
Error	60	0,09		0,05	
Coeficiente de variación		18,09 %		13,42 %	

\* = Significativo al 5%

ns = No significativo

El cuadro 7 de análisis de varianza destacó para las escalas de diámetro para Huerta Grande y Wilapampa coeficientes de variación de 18.09 %, 13.42 % respectivamente, indicando que los datos son confiables, por encontrarse debajo del 30 % siendo este el límite de confiabilidad. (Calzada 1970)

Con respecto a los tratamientos (Factor B) se observó que mostraron diferencias significativas en los cuatro tratamientos, las escalas de diámetro mostraron de igual manera significancia, ganando precisión en el experimento, la interacción no mostró diferencias significativas.

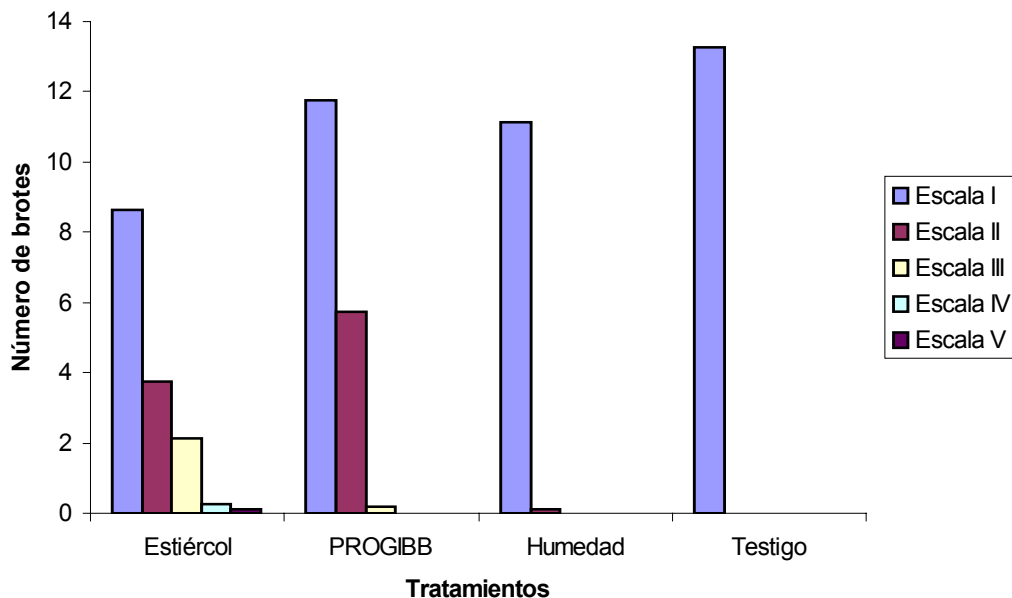
#### **4.2.2.1 Diámetro de brotes para tratamiento**

En el cuadro 8 de la prueba de Duncan, el factor tratamientos registra diferencias significativas en el diámetro de brotes, debido a los diferentes métodos de inducción, así los tratamientos con estiércol (T<sub>2</sub>) y PROGIBB (T<sub>4</sub>), tienen buena respuesta para diámetro de brotes, respecto a los tratamientos con humedad y testigo.

**Cuadro 8. Comparación de escalas para los tratamientos**

Tratamientos	Número de brotes Por escalas					Prueba de Duncan <small>(0,05)</small>
	I	II	III	IV	V	
T <sub>2</sub> = Estiércol	8.62	3.76	2.12	0.25	0.12	a
T <sub>4</sub> = PROGIBB	11.75	5.75	0.2			b
T <sub>3</sub> = Humedad	11.12	0.12				c
T <sub>1</sub> = Testigo	13.25					d

En la aplicación del factor tratamientos se pueden comprobar que, los diferentes métodos de inducción según Duncan son estadísticamente diferentes frente al testigo, el tratamiento con estiércol muestra cinco valores de diámetro diferentes en brotes que se distribuyeron en las diferentes escalas de medida, demuestra una mayor variación en el diámetro de brotes. Con un menor número de brotes se obtiene con el testigo con sus medidas de diámetro que caen en una sola escala, es decir tienen diámetros uniformes, de poco desarrollo en grosor.



**Figura 8. Diámetros de brotes para tratamientos en escalas**



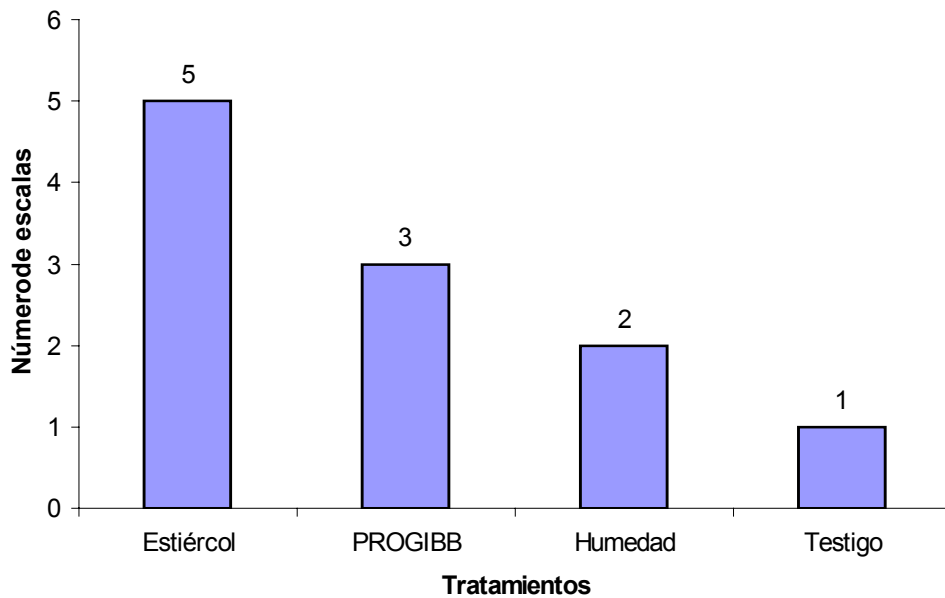
#### 4.2.2.2 Diámetro de brotes para escalas

Mediante el cuadro 9 de la prueba de Duncan para el factor tratamientos se puede apreciar que, los métodos de inducción tienen un efecto significativo para el diámetro de brotes, con el tratamiento estiércol se obtiene mayor número de escalas (5) de diámetro, seguido del tratamiento PROGIBB con un número menor de escalas (3) a la primera y un número menor de escalas se obtiene con los tratamientos humedad y testigo con 2 y 1 escalas respectivamente. Es decir cada escala significa una variación de dos milímetros.

**Cuadro 9. Comparación de medias para escalas**

Tratamientos	Número de escalas	Prueba de Duncan <sub>(0,05)</sub>
T2 = Estiércol	5	a
T4 = PROGIBB	3	b
T3 = Humedad	2	c
T1 = Testigo	1	d

En cuadro 9 y figura 9, se puede observar, en el uso de estiércol tiene asignado cinco escalas de medida mostrando diferentes tamaños en el diámetro de brotes, en el uso del PROGIBB tiene 3 medidas de escalas, el manejo de humedad y el testigo muestran dos y una medida de escalas respectivamente tienen brotes de menor diámetro, porque estuvieron instalados en condiciones adversas, con respecto al uso del estiércol y el uso de PROGIBB, estuvieron instalados en lugares protegidos y cubiertos lo cual formó un microclima favorable para los métodos en estudio.



**Figura 9. Diámetros de brotes para escalas**

Se puede observar que el tratamiento con estiércol tiene acumulado mayor número de brotes con diferentes escalas de medida a consecuencia de factores externos como la temperatura, humedad, lo cual ocasionaron una descomposición del estiércol, con liberación de fitohormonas que dieron una mayor actividad a nivel celular y desarrollo de varios brotes por tubérculo de diferentes medidas de diámetro aglutinados en las diferentes escalas.

En el caso de tratamiento con PROGIBB, por tratarse de un fitorregulador actuó al nivel de célula, promoviendo la división y el alargamiento celular. Tuvo un buen número de brotes por tubérculo, tres escalas diferentes de medidas.

Los tratamientos con humedad y testigo, tuvieron menor número de escalas, por una reacción lenta a estos, los números de brotes por tubérculo fueron menores, directamente influyeron en los diámetros de los brotes. Las condiciones de clima influyeron sobre los factores internos de los tubérculos-semillas.

### 4.3 EVALUACIÓN DE VARIABLES AGRONÓMICAS

Para la evaluación de las variables de campo se tomaron en cuenta ambas localidades sembradas en la parcela grande, ubicando los dos surcos centrales por unidad experimental, para el efecto de bordura.

#### 4.3.1 PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Porcentaje de emergencia fue registrado a los 40, 50 y 60 días después de la siembra, se realizó los análisis de varianza para los tres parámetros de medición (anexo 8).

**Cuadro 10. Análisis de varianza para la emergencia registrada a los 40, 50 y 60 días después de la siembra.**

Fuente de variación	GL	Cuadrados Medios		
		40 Días Después de Siembra	50 Días Después de Siembra	60 Días Después de Siembra
Localidades	1	4.52 ns	1.13 ns	5.0 ns
Bloques (Localidades)	2	0.68 ns	0.61 ns	163.6 ns
Tratamientos	4	8.74 *	11.98 *	475.17 *
Localidad por tratamiento	4	1.39 ns	0.83 ns	44.12 ns
Error	8	0.55 ns	0.31 ns	38.6 ns
Coefficiente de Variación		27.72 %	12.88 %	13.30 %

ns = No significativo

\* = Significativo

Realizando el análisis de varianza para el porcentaje de emergencia a los 40 días, 50 días y 60 días después de la siembra, mostraron un coeficiente de variación de 27.72 %, 12.88% y 13.30% respectivamente, indicando que los datos fueron confiables ya que se encuentra por debajo del 30 % siendo el límite. (Calzada 1970)

No mostraron diferencias significativas las localidades porque hubo diferencias en los terrenos para las localidades, para bloques dentro de localidades no mostró

diferencias porque es genético, el medio ambiente no afecto, en la interacción localidad por tratamiento no mostró diferencias significativas, por lo que se concluye que los factores son independientes es decir los métodos tuvieron un comportamiento similar entre las dos localidades y no fue necesario realizar el análisis de efecto simple.

#### 4.3.1.1 Porcentaje de emergencia para tratamientos

Con relación a los tratamientos si mostraron diferencias estadísticas, para lo cual, las medias de los tratamientos se analizaron con la prueba de Duncan con  $\alpha=5\%$ .

**Cuadro 11. Comparación de medias de porcentaje de emergencia a los 40, 50 y 60 días después de la siembra.**

Porcentaje de Emergencia						
Tratamiento	40 días	Prueba de Duncan (0.05)	50 días	Prueba de Duncan (0.05)	60 días	Prueba de Duncan (0.05)
T4 PROGIBB	38	a	61	a	82	a
T5 Corte	14	b	45	b	79	a
T2 Estiércol	9	c	27	c	76	a
T3 Humedad	3	c	14	c	63	b
T1 Testigo	1	c	6	d	43	c

Comparando los resultados obtenidos del cuadro 11, se puede evidenciar que el mayor porcentaje de emergencia para el tratamiento con Ácido Giberélico a los 40 DDS tiene el 38% de plantas emergidas, seguido por el corte de tubérculos con 14%, con respecto a Testigo, Uso de Estiércol y Manejo de humedad, con 1%, 9% y 3% respectivamente.

Esta tendencia se mantiene e incrementa en forma lineal hasta los 60 días después de la siembra para el tratamiento con ácido Giberélico llegó a 82%

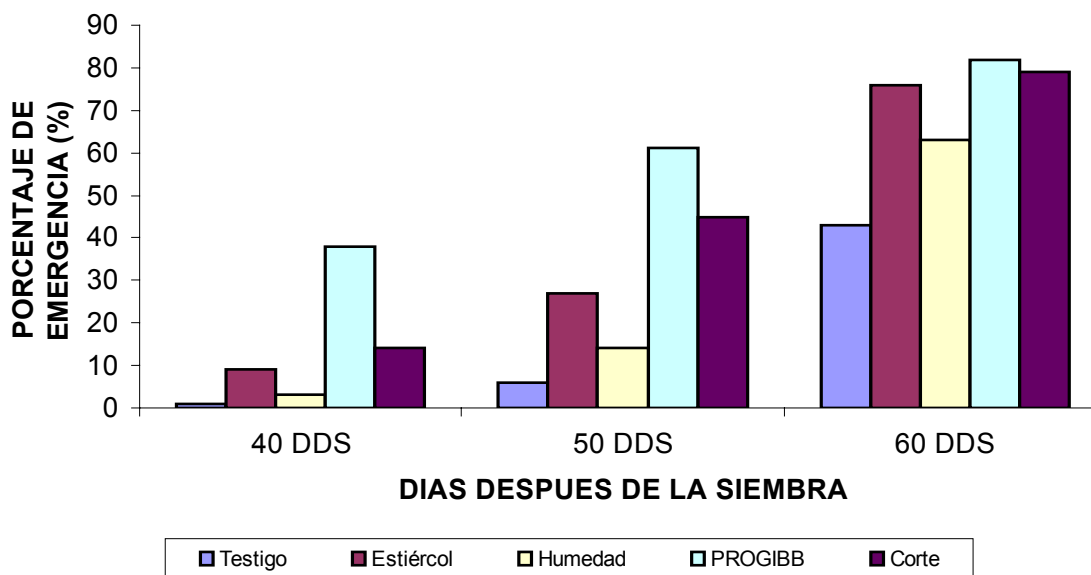
seguido por corte de tubérculos 79%, uso del estiércol 76%, manejo de la humedad 63% y testigo 43%.

Las diferencias observadas son atribuibles a las condiciones de suelo, clima y al estado fisiológico de los tubérculos-semillas que llegaron a la siembra en diferentes situaciones de inducción a la dormancia.

El suelo y clima, tuvieron un efecto negativo en la emergencia, debido a que los suelos de textura franco arenoso y pedregoso de la localidad de Huerta grande, no retuvieron suficiente agua en el suelo. A su vez se estaba atravesando un clima seco y temperaturas altas, dando lugar a una evaporación rápida de la lámina de agua utilizada. Al respecto Claure (1980), mencionado por Vargas (1994) indica que para asegurar la emergencia rápida es necesario que la semilla este rodeada de tierra suelta y algo húmeda.

En general se puede advertir una emergencia tardía para los cinco tratamientos debido a que los tubérculos-semillas de papa provienen de una semilla fisiológicamente modificada, por los cinco métodos de inducción. Por lo tanto la tasa de emergencia y el crecimiento subsiguiente del cultivo son afectados tanto por las características inherentes del tubérculo, por ejemplo el grado de brotamiento, como por las características del suelo, temperatura y disponibilidad de agua (Midmore, 1989 mencionado por Vargas 1994).

La Figura 10, muestran el número de plantas emergidas por tratamientos, desde los 40 días hasta los 60 días después de la siembra. La prueba de Duncan al 5% de significancia, encontró que los cinco tratamientos son estadísticamente diferentes.



**Figura 10. Comportamiento del número de plantas emergidas para los cinco tratamientos a los 40, 50 y 60 días después de la siembra.**

Si analizamos el uso del ácido giberélico, uso del estiércol, corte de tubérculos manejo de la humedad registran mayor número de plantas emergidas, que el testigo, atribuyéndose estas diferencias en la emergencia al efecto de los diferentes métodos utilizados durante el almacenamiento.

Los resultados muestran que los tubérculos-semillas tratados con ácido giberélico, reaccionaron mejor en el suelo por la presencia de la fitohormona giberelina, los tubérculos que reciben este tratamiento brotan más rápido y uniformemente cuando se las siembra en tierra húmeda. (Weaver 1980)

El uso del estiércol en los tubérculos-semillas de papa, al estar en contacto, llega a iniciar su actividad interna a nivel celular por efecto de las fitohormonas, con las cuales llega al suelo, dando lugar a una emergencia progresiva del mismo modo que un notable crecimiento de raíces.

El tratamiento manejo de humedad no llega a mantener constante la presencia de agua en la superficie de los tubérculos-semillas, lo cual ocasiona un bajo

porcentaje de emergencia, se ve interrumpida la reacción bioquímica, dando lugar a una pausa.

Con respecto al testigo no llegaron a la siembra en condiciones de un buen brotamiento de ambas localidades, por esta razón se hizo lenta la emergencia.

La emergencia estuvo también en función a la edad fisiológica de los tubérculos-semillas, en el presente estudio se utilizaron tubérculos-semillas de papa jóvenes, a lo cual Wiersema (1985) indica que la semilla joven de lugar a emergencia tardía, coincidiendo con el comportamiento agronómico observado en campo.

#### 4.3.2 Número de tallos

El cuadro 12, muestra el análisis de varianza para el número de tallos por planta, evaluados al momento de la floración, por efecto de los cinco tratamientos para las dos localidades, sembrados en una parcela grande. Para un mejor análisis se realizaron las pruebas de medias correspondientes.

**Cuadro 12. Análisis de varianza para el número de tallos por planta.**

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob > F
Localidades	1	0.008	0.008	0.25	0.6309 ns
Bloques (Localidades)	2	1.01	0.51	14.30	0.0023 *
Tratamientos	4	0.18	0.04	1.25	0.3653 ns
Localidad x Tratamiento	4	0.03	0.007	0.20	0.9336 ns
Error	8	0.28	0.036		
Total	19	1.51			

CV = 10.97 %

\* = Significativo

ns = No Significativo

Media = 2,035 tallos por planta

El número o la densidad de tallos disponibles para producir tubérculos es un factor agronómico importante en la producción de papa. Este factor afecta la producción, el tamaño del tubérculo y la tasa de multiplicación. ( Wiersema, 1987)

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro 12), en el número de tallos nos muestra que existió diferencias significativas para bloques dentro de localidades, que quiere decir que el diseño en la presente trabajo de investigación ha sido bien utilizado.

En el caso de uso del PROGIBB, al tratarse de una hormona vegetal, estuvo en constante actividad celular, promoviendo un mayor número de brotes, ambos métodos de inducción estuvieron caracterizados por la ausencia de dominancia apical en los tubérculos-semillas, fue otra ventaja para un mayor número de tallos.

Al respecto Evans (1983), mencionado por Morales (2000) indica que el número de tallos es también el resultado directo del estado de los tubérculos-semilla antes de la siembra o de tratamientos previos, condiciones de humedad y temperatura.

En el caso del testigo presenta en promedio 1.4 tallos, él mas bajo con relación a los demás métodos utilizados, el haber obtenido plantas con menor número de tallos, se debe al estado fisiológico de los tubérculos utilizados como semilla.

A lo cual Vargas (1994) indica que cuanto más fisiológicamente joven sea una semilla, mayor será la dominancia apical y mayor es la tendencia a producir un tallo de cada tubérculo y Van der Zaag (1990) señala que una planta con un tallo es el resultado de haber utilizado tubérculos-semillas justo en los últimos momentos de su período de reposo.

Al respecto Montaldo 1984, el tubérculo con dominancia apical produce uno o pocos tallos y consecuentemente pocos tubérculos, no obstante la inducción de la brotación es la manera más práctica de corregir el problema. Por lo tanto, una



causa para el bajo número de tallos por planta, fue la de utilizar tubérculos-semillas fisiológicamente más jóvenes.

### 4.3.3 Altura de planta

El análisis de varianza destacó para altura de planta (cuadro 13), con un coeficiente de variación de 7.43 % encontrándose por debajo del 30 % lo que indica la confiabilidad de los datos (Padrón 1996).

**Cuadro 13. Análisis de varianza para la Altura de planta**

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob > F
Localidades	1	65.88	65.88	0.25	0.6639 ns
Bloques (Localidades)	2	517.25	258.62	12.71	0.0033 *
Tratamientos	4	237.94	59.48	2.92	0.0919 ns
Localidad por tratamiento	4	69.84	17.46	0.86	0.5278 ns
Error	8	162.79	20.35		
Total	19	1053.70			

CV = 7.43%

\* = Significativo

ns = No Significativo

Con respecto a localidades no mostró significancia por diferencias en el terreno, con respecto a los tratamientos, no hubo diferencias es más genético, la interacción no muestra significancia, lo cual indica que los factores son independientes.

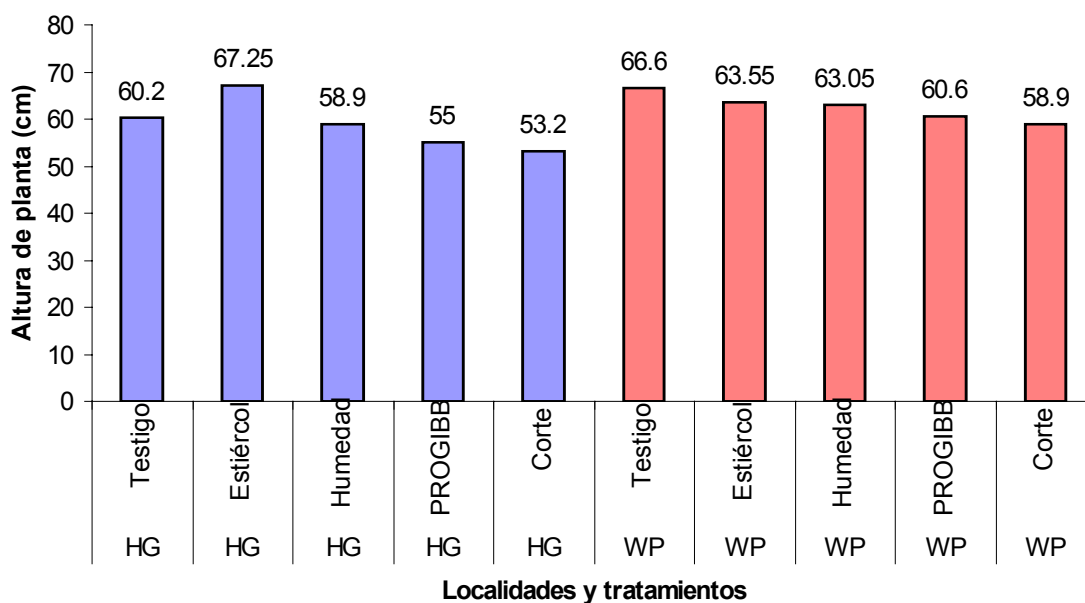
Con respecto de los bloques dentro de localidades mostró significancia, lo cual quiere decir que el diseño experimental ha sido utilizado correctamente.

El cuadro 14 presenta los promedios de altura de planta (cm) por tratamientos con diferentes métodos de inducción.

**Cuadro14. Promedios de altura de planta (cm) para los cinco métodos de dos localidades**

Tratamiento	Métodos	Localidad	Altura de planta (cm)
T <sub>1</sub>	Testigo	Huerta Grande	60,20
T <sub>2</sub>	Estiércol		67,25
T <sub>3</sub>	Humedad		58,90
T <sub>4</sub>	PROGIBB		55,00
T <sub>5</sub>	Corte		53,20
T <sub>1</sub>	Testigo	Wilapampa	66,60
T <sub>2</sub>	Estiércol		63,55
T <sub>3</sub>	Humedad		63,05
T <sub>4</sub>	PROGIBB		60,60
T <sub>5</sub>	Corte		58,90

De acuerdo al cuadro 14 y figura 11, los promedios de altura de planta (cm) por tratamientos; muestran al tratamiento T<sub>2</sub> de la localidad Huerta Grande con mayor altura de planta (67,25 cm) y para la localidad Wilapampa el tratamiento T<sub>1</sub> (66,60 cm) respecto a los demás tratamientos y los tratamientos de menor altura para Huerta Grande y Wilapampa coincidieron el T<sub>5</sub> (53,20 cm y 58,90 cm).



**Figura 11. Altura de planta (cm) para dos localidades**

Según los datos obtenidos la mayor altura de planta se registró con el tratamiento Uso del Estiércol de la localidad de Huerta Grande con 67.25 cm, con una

diferencia leve respecto al Tratamiento Testigo con 66.60 cm, en cambio la menor altura de planta se tuvo con el tratamiento Corte de Tubérculos de la localidad de Huerta Grande con 53.20 cm, se encontro que los tratamientos dentro los bloques son estadísticamente similares.

Los tratamientos Uso del PROGIBB (Acido Giberélico), Manejo de la Humedad y el Testigo de la localidad Wilapampa en promedio presentan mayor altura con 60.60, 63.05, 63.55 y 66.60 cm respectivamente en los bloques de la localidad Huerta Grande los tratamientos Manejo de la Humedad, Uso del Estiércol y el Testigo presentan mayor altura con 58.90, 67.25 y 60.20 cm respectivamente, en cambio los tratamientos de regular altura lo conforman en los bloques de la localidad de Wilapampa, el tratamiento Corte de Tubérculos con 58.90 cm, la localidad de Huerta Grande, los tratamientos Uso del PROGIBB y Corte de Tubérculos, con 55 y 53.20 cm respectivamente.

En cuanto a la altura de plantas se tuvo una altura promedio de 61 cm, se observaron que todos los bloques tuvieron el mismo comportamiento en cuanto a esta variable, deduciéndose que los factores temperatura y humedad fueron favorables para el desarrollo del cultivo en todo el ciclo vegetativo, observándose plantas erectas con tallos gruesos y macollaje denso, además de otras características que concuerdan con las descritas por la Unidad de Producción de Semilla de Papa (SEPA 1996)

Como indica Alvarado (1986), que la altura de planta es un carácter variable según el hábito de crecimiento que tenga cada variedad, además considera que el crecimiento de la planta es ascendente hasta que la planta alcanza la floración, mencionado por Morales (2000)

#### 4.3.4 Rendimiento

Para la determinación del rendimiento, se analizó mediante el diseño de bloque completos al azar; para la comparación de medias de los tratamientos fue utilizada la prueba de Duncan con  $\alpha=5\%$

El cuadro 15 de análisis de varianza para el rendimiento de tubérculo fresco (ton/ha), se observa efectos no significativos para bloques dentro de localidades y el resto de los efectos son significativos de acuerdo a los datos estadísticos.

**Cuadro 15 Análisis de varianza para el rendimiento de tubérculo fresco (ton/ha)**

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob >F
Localidades	1	168.72	168.72	267.48	0.0037 *
Bloques (Localidades)	2	1.26	0.63	0.45	0.6222 ns
Tratamientos	4	217.97	54.49	38.97	0.0001 *
Localidad por tratamiento	4	64.53	16.13	11.54	0.0021 *
Error	8	11.18	1.39		
Total	19	463.66			

CV = 8.90 %

\* = Significativo

ns = No Significativo

El Cuadro 15, permite apreciar el análisis de varianza correspondiente a la variable rendimiento en peso, con un coeficiente de variación de 8.90 % que nos indica que los datos son confiables.

Nos muestra diferencias estadísticas significativas para las localidades, tratamientos e Interacción localidad por tratamientos, siendo no significativa los Bloques dentro de Localidades por lo que se puede afirmar que las condiciones de experimentación fueron homogéneas para todo el experimento.

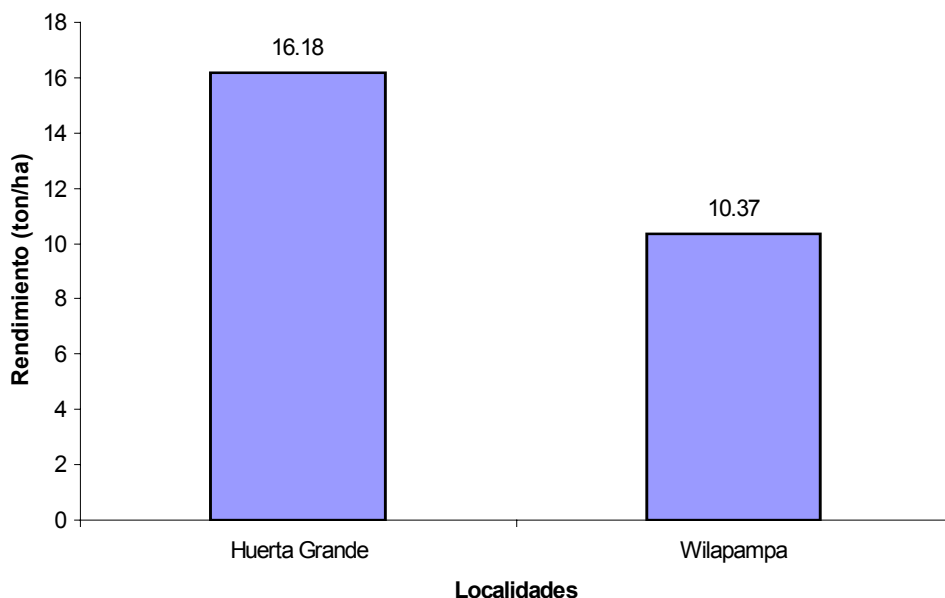
#### 4.3.4.1 Rendimiento de tubérculo fresco (ton/ha) para localidades

En el análisis de varianza, para el rendimiento de tubérculo fresco nos muestra que se hallaron diferencias estadísticas entre localidades debido a que las condiciones medio ambientales, el clima favoreció a un mayor crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas.

**Cuadro 16. Comparación de medias del rendimiento de tubérculo fresco para localidades**

Localidad	Rendimiento (ton/ha)	Prueba de Duncan <sub>(0,005)</sub>
Huerta Grande	16,18	a
Wilapampa	10,37	b

La prueba de Rango Múltiple de Duncan al nivel del 5 % indica que, existen diferencias significativas entre localidades en el rendimiento de tubérculo fresco, obteniéndose para Huerta Grande 16,18 ton /ha, frente a la localidad de Wilapampa con un promedio de 10,37 ton /ha (ver cuadro 16), en promedio de ambas de 13,3 ton/ha menor a los reportado por Morales (2000) de 17,5 ton/ha y de Vargas (1994) 17,5 ton/ha.



**Figura 12. Promedios del rendimiento (ton/ha) de tubérculo fresco para localidades**

En el cuadro 16 y figura 12 se puede apreciar que, existen diferencias significativas entre localidades los tratamientos realizados en Huerta Grande tuvieron mayor rendimiento y menor rendimiento para los tratamientos estudiados en Wilapampa, luego sembrados en Huerta Grande, estuvo relacionado a la reacción y estado fisiológico de los tubérculos-semillas, cabe incluir también el clima del lugar.

#### **4.3.4.2 Rendimiento (ton/ha) de tubérculo fresco para tratamientos**

En el cuadro 15 del análisis de varianza, para el rendimiento de tubérculo fresco nos muestra que se hallaron diferencias estadísticas entre los métodos de inducción (tratamientos), los tratamientos con estiércol, corte y uso PROGIBB registraron mayores rendimientos, con respecto a los tratamientos humedad y testigo reportan un bajo rendimiento.

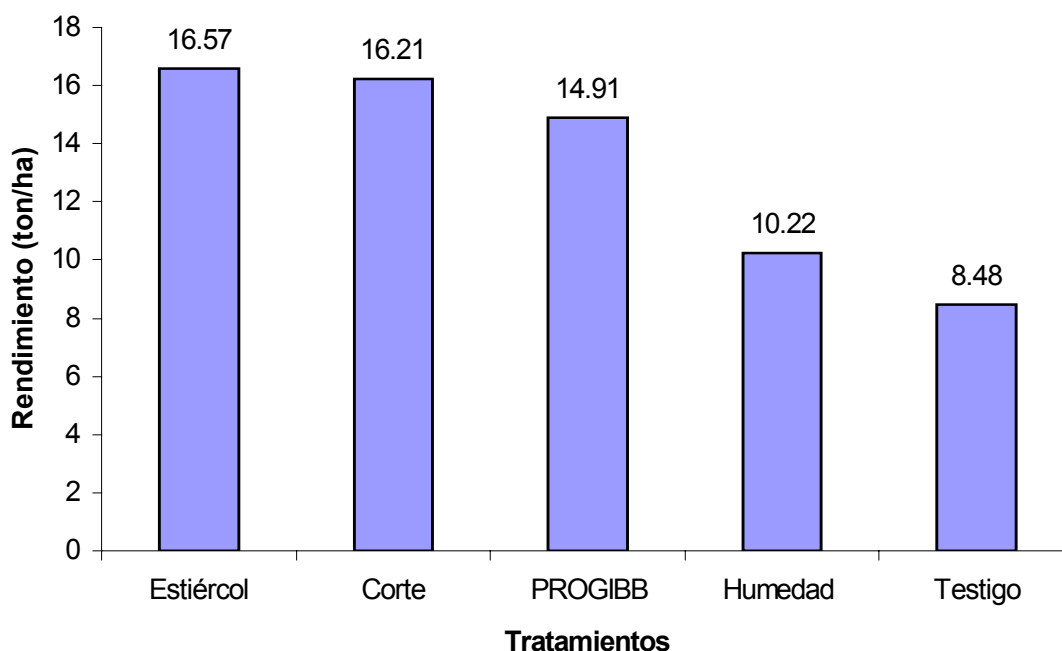
**Cuadro 17. Comparación de medias de rendimiento (ton/ha) para los cinco métodos**

Método	Rendimiento (ton/ha)	Prueba de Duncan <sub>(0,005)</sub>
Uso del estiércol	16,57	a
Corte de tubérculos	16,21	a
Uso del PROGIBB	14,91	a
Manejo de la humedad	10,22	b
Testigo	8,48	b

Realizando la prueba de Duncan, registra diferencias significativas entre los promedios de los rendimientos de tubérculo fresco obtenidos en los tratamientos, los métodos estiércol, corte y PROGIBB presentaron los mayores rendimientos de 16.57, 16.21 y 14.91 respectivamente, mientras que para los métodos humedad y testigo resultan tener menores rendimientos de tubérculo fresco con promedios de 10.22 ton/ha y 8.48 ton/ha (ver figura 13).

Esta diferencia en el rendimiento de tubérculo fresco es atribuible a que los tubérculos-semillas vienen de diferentes tratamientos, así el estiércol y PROGIBB con un buen número de brotes, mayor cantidad de tubérculos por planta, el corte por la acción mecánica se dio lugar una inmediata liberación de ácido giberélico dando lugar a mas brotes por tubérculo-semilla. Con respecto a los tratamientos humedad y testigo no presentaron un buen número de brotes con tendencia a la dominancia apical, por tal razón los tubérculos por planta fue baja.

Los rendimientos de los métodos de inducción de uso de estiércol, PROGIBB (ácido giberélico) y corte de tubérculos, llegaron a la igualdad o fueron superiores a los rendimientos reportados por PROSEMPA (1995) de 15 ton/ha, con el uso de semillas mejoradas.



**Figura 13. Promedios del rendimiento (ton/ha) de tubérculo fresco para tratamientos**

El tratamiento con estiércol presenta mejor resultado como resultado de los tratamientos previos que atravesó los tubérculos-semillas con una mayor actividad interna, con respecto al tratamiento de corte de tubérculos, realizado un día antes de la siembra incremento el número de tallos, permitió una emergencia más temprana, que puede dar mejores resultados en los rendimientos, indicado por Pozo (1999).

El uso del ácido giberélico (PROGIBB), tuvo una incidencia directa en el rendimiento, por el brotamiento completo que tuvieron los tubérculos-semillas. El manejo de humedad y testigo por los tratamientos previos a estos incidieron directamente en el rendimiento.



#### 4.3.4.3 Análisis de la interacción localidad por tratamiento en el rendimiento de tubérculo fresco

La interacción entre localidades y tratamientos, muestran diferencias significativas por lo que se procedió al análisis de efectos simples (ver cuadro 18)

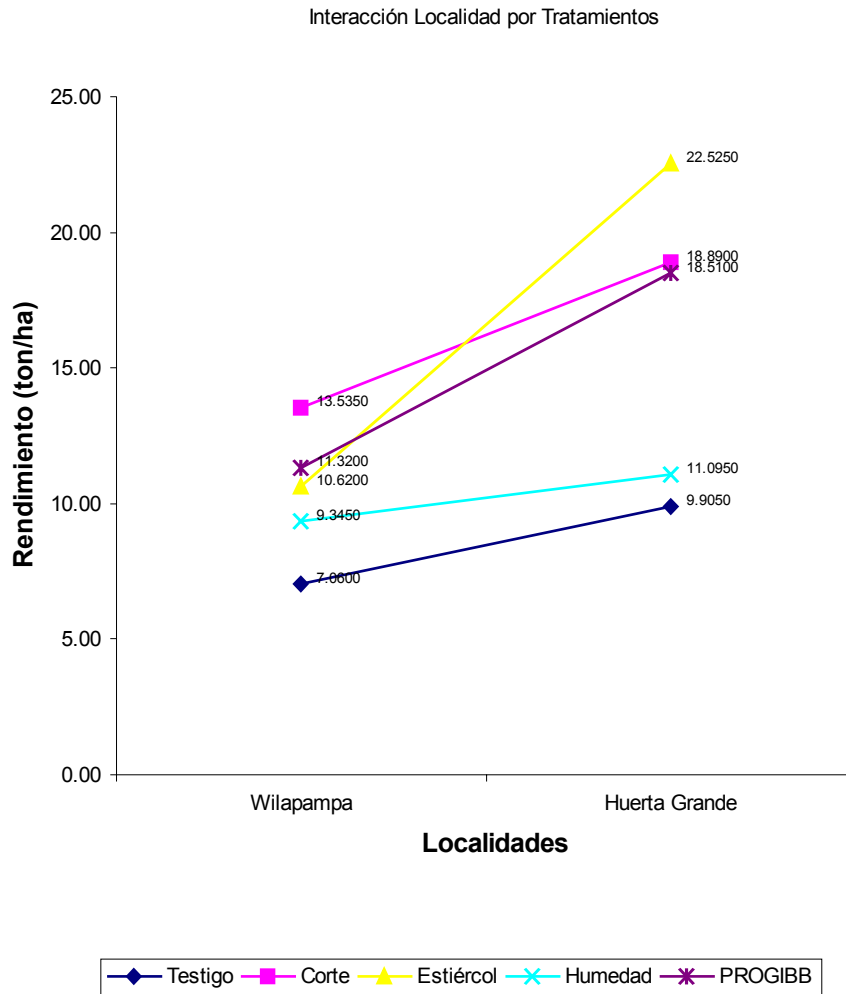
**Cuadro 18 Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por tratamientos en el rendimiento de tubérculo fresco.**

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F t
Tratamientos(Wilapampa)	3	45,99	137,97	99,26	9,28 *
Tratamientos (Huerta Grande)	3	236,50	709,50	510,43	9,28 *
Error	8	11,18	1,39		
Total	14	293,67			

\* = Significativo al nivel de 5 %

Mediante el cuadro 18 de análisis de varianza para los efectos simples de ambos factores se puede observar que, existen diferencias significativas para los efectos del factor localidades, por lo que se puede afirmar con el 95 % de certidumbre que el efecto de las localidades es dependiente del efecto de los tratamientos.

Vale decir que el rendimiento en una determinada localidad depende del tratamiento a ser utilizado, por ello en el presente trabajo de investigación se manifestó como mejor interacción el tratamiento uso del estiércol de la localidad Huerta Grande, obteniéndose el más alto rendimiento, con un valor de 22.52 ton/ha (ver figura 14).



**Figura 14. Interacción localidad y tratamientos en el rendimiento de tubérculo fresco**

De la figura 14 se puede apreciar que de la Localidad Wilapampa el tratamiento Corte de Tubérculos obtuvo el mejor rendimiento con 13.53 t/ha, seguido de los tratamientos Uso del Estiércol y Uso del PROGIBB (Ácido Giberélico) con 10.62 t/ha y 11.32 t/ha respectivamente; mientras que los tratamientos Testigo y Manejo de la Humedad registraron los rendimientos más bajos con 7.06 t/ha y 9.34 t/ha respectivamente.

En la localidad Huerta Grande el tratamiento Uso del Estiércol obtuvo el mejor rendimiento con 22.52 t/ha, seguido de los tratamientos Corte de Tubérculos y Uso del PROGIBB (Ácido Giberélico) con 18.89 t/ha y 18.51 t/ha respectivamente, mientras que los tratamientos Testigo y Manejo de la Humedad reportaron los rendimientos más bajos con 9.90 t/ha y 11.09m t/ha respectivamente.

Estos resultados, indican que el tratamiento uso del estiércol de la localidad de Huerta Grande y el tratamiento corte de tubérculos de la localidad de Wilapampa son los que presentan los mayores valores en rendimiento de tubérculos, esto se puede atribuir a que las plantas presentaban un mayor número de tallos, por efecto del tratamiento a los tubérculos-semilla en condiciones de temperatura, humedad y presencia de fitohormonas liberadas a causa de la descomposición del estiércol en la fase de almacenamiento, como consecuencia ruptura del reposo con brotes vigorosos.

## 4.4 VARIABLES ECONÓMICAS

### 4.4.1 Análisis de costos parciales

Para obtener el presupuesto parcial se calculó el beneficio bruto, el beneficio neto, tasa de retorno marginal, costos variables de los tratamientos, todos los cálculos fueron llevadas a una hectárea como lo recomienda el método de análisis económico propuesto por el CIMMYT.

**Cuadro 19. Presupuesto parcial sobre métodos de inducción en el cultivo de papa para una hectárea, en Bs.**

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5
Rendimiento medio (ton/ha)	8.5	16.6	10.2	14.9	16.2
Rendimiento ajustado (ton/ha)	7.6	14.9	9.2	13.4	14.6
Beneficio Bruto (Bs/ha)	9500	18625	11500	16750	18250
Costo de semilla (Bs/ha)	2940	2940	2940	2940	2940
Costo materiales (Bs/ha)	520	1060	860	300	150
Costo Siembra (Bs/ha)	550	550	550	550	550
Total Costos Variables (Bs/ha)	4010	4550	4350	3790	3640
Beneficio Neto (Bs/ha)	5490	14075	7150	12960	14610

En el cuadro 22, se muestra el presupuesto parcial para todo el ensayo donde en su primera fila se observa los cinco tratamientos utilizados.

T1 = Testigo

T2 = Uso del Estiércol

T3 = Manejo de la Humedad

T4 = Uso de PROGIBB (Ácido Giberélico)

T5 = Corte de tubérculos

La segunda fila muestra el rendimiento medio de tubérculos obtenido para cada tratamiento donde se puede apreciar que, existe un mayor rendimiento medio del tratamiento T<sub>2</sub>, con un rendimiento de 16,6 ton/ha, seguido por los demás

rendimientos medios de los otros tratamientos: T<sub>5</sub> con 16,2 ton/ha, T<sub>4</sub> con 14,9 ton/ha, T<sub>3</sub> con 10,2 ton/ha, y por último el tratamiento T<sub>1</sub> con 8,5 ton/ha que fue el rendimiento más bajo que se presentó en el presente trabajo de investigación.

En la tercera fila se observa el rendimiento ajustado donde se realiza un ajuste del rendimiento medio para todos los tratamientos, es así que se ajustó el rendimiento obtenido con un 10% de decremento al rendimiento observado con el fin de eliminar la sobre estimación del ensayo y reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y del agricultor los cuales siempre van a ser superiores a los de este, de acuerdo a las recomendaciones de CIMMYT (1988).

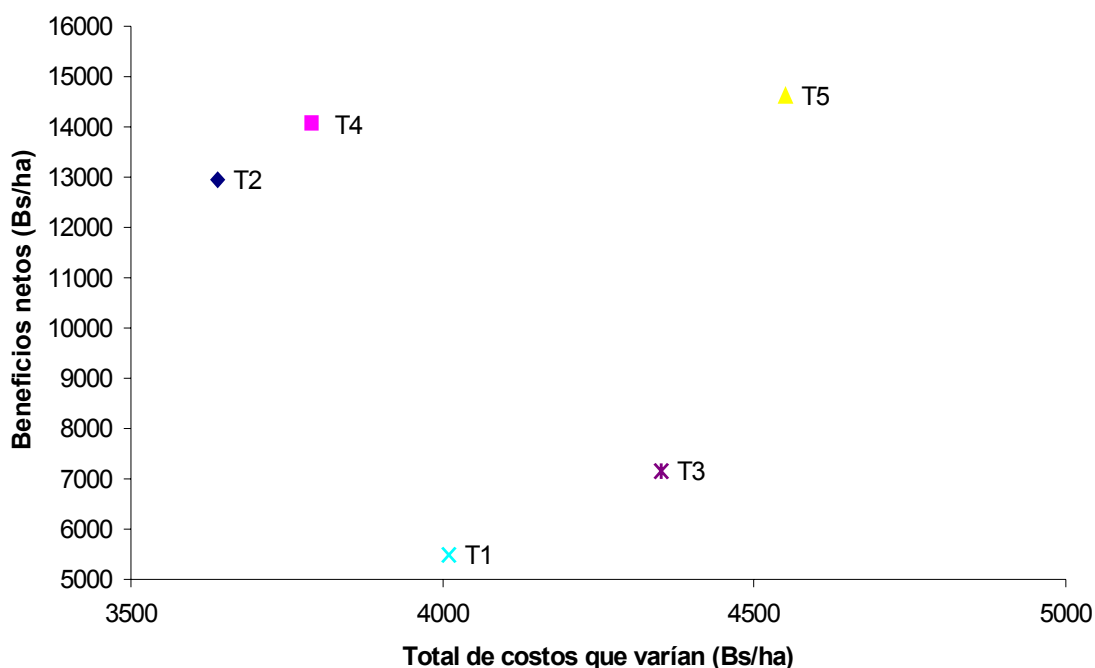
La cuarta fila, presenta los beneficios brutos de campo que se obtuvo de los rendimientos ajustados por el precio de venta de los tubérculos, una vez descontados los gastos de cosecha, es así que, obtuvo un mayor beneficio bruto el tratamiento que presentó mayor rendimiento (T<sub>2</sub>), siendo el precio de venta para todos los tratamientos de 62,50 Bs/kg lo que equivale a 1,25 Bs/kg ó 1250 Bs/ton.

En la penúltima fila se observa el total de los costos variables para cada tratamiento donde se puede apreciar que, el máximo beneficio neto se lo obtuvo a partir del tratamiento T<sub>5</sub> (Corte de tubérculos), que logró un beneficio de 14610.00 Bs/ha.

**Cuadro 20. Análisis de dominancia**

Tratamientos	Rendimiento	Total Costos Variable (Bs/ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	Dominancia
<b>5</b>	14.6	4550	14610	<b>+</b>
<b>4</b>	13.4	3790	14075	<b>+</b>
<b>1</b>	7.6	4010	5490	<b>D</b>
<b>3</b>	9.2	4350	7150	<b>D</b>
<b>2</b>	14.9	3640	12960	<b>+</b>

De acuerdo al cuadro 20 y figura 15, nos permitió seleccionar los tratamientos de acuerdo al criterio propuesto por el CIMMYT (1988) el mismo señala que, se considera tratamiento dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo variable más bajo. En el análisis de presupuestos parciales se comparan las alternativas de producción con los métodos tradicionales del agricultor, si el beneficio neto permanece igual o disminuye, la nueva tecnología debe ser rechazada porque no es más rentable que la del agricultor



**Figura 15. Curva de los Beneficios Netos**

Podemos apreciar en la figura 15 que los tratamientos no dominados (+), es decir con mayor beneficio neto y menor costo, resultaron los tratamientos 5 (Corte de tubérculos), 4 (Uso del PROGIBB) y 2 (Uso del estiércol), se obtuvo mayor beneficio. Los tratamientos dominados son T<sub>1</sub> (Testigo) y T<sub>3</sub> (Manejo de humedad).

**Cuadro 21. Análisis marginal de costos variables**

Tratamientos	Costo variable (Bs/ha)	Costos marginales (Bs/ha)	Beneficio neto (Bs/ha)	Beneficio marginal (Bs/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
T <sub>2</sub> (Uso del Estiércol)	3640		12960		
		150		1115	743,33 %
T <sub>4</sub> (Uso del PROGIBB)	3790		14075		
		760		535	70,40 %
T <sub>5</sub> (Corte de tubérculos)	4550		14610		

La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio con su inversión cuando decide cambiar una práctica (o conjunto de prácticas) por otra. En cuadro 21 se puede observar que, la tasa de retorno marginal de cambiar el tratamiento T<sub>4</sub> (Uso del PROGIBB) por el T<sub>5</sub> (Corte de tubérculos) es de 70,40 %, esto significa que por cada boliviano invertido de pasar del tratamiento T<sub>4</sub> al tratamiento T<sub>5</sub> el agricultor puede esperar recobrar el boliviano invertido y obtener 0.70 bolivianos adicionales.

Por consiguiente, el tratamiento T<sub>5</sub> es una alternativa que vale la pena para el agricultor, respecto a ello (CIMMYT,1988) indica que, el análisis marginal consiste en comparar los incrementos en costos por las agregaciones que se hacen en los ensayos de campo, su propósito es revelar la manera en que los beneficios netos de una inversión aumentan conforme la cantidad invertida crece.

Lo mismo para los demás tratamientos; la tasa de retorno marginal de cambiar del tratamiento T<sub>2</sub> (Uso del estiércol) al T<sub>4</sub> (Uso del PROGIBB) es de 146,71 % también por encima de la tasa mínima estimada en 100%, por cada boliviano invertido, el agricultor puede esperar recobrar el boliviano invertido y obtener 7.43 bolivianos adicionales. Los demás tratamientos tuvieron mayores costos por lo que fueron dominados y no se los toma en cuenta en el proceso productivo del cultivo de la papa (figura 15).

## 5. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en las dos fases, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El número de brotes fue influenciado por los tratamientos en ambas localidades, encontrándose el mejor número de brotes con los tratamientos Uso de estiércol y Uso del PROGIBB con un valor de 4.2 y 3.1 brotes en la localidad de Wilapampa, a su vez en la localidad de Huerta Grande se invierte la relación.
- Se tiene cinco escalas de medida para diámetro de brotes, para el tratamiento 2 uso del estiércol, seguido del tratamiento 4 con tres escalas de diámetro, cuanto mayor sea las escalas de diámetro es menor la probabilidad de tener dominancia apical.
- Con respecto a la emergencia, los tubérculos-semillas tratados en Wilapampa y luego sembrados en Huerta Grande los tratamientos de uso de estiércol, uso del PROGIBB, y corte de tubérculos llegaron a un 83 % de emergencia. Los tubérculos-semillas de papa tratados en el mismo lugar llegaron a un 80% de emergencia en los tratamientos uso del estiércol, uso del PROGIBB y el manejo de humedad.
- Los tratamientos manejo de humedad y el testigo en ambas localidades los datos se concentraron en la escala 1 de diámetro, es decir solo llegaron a medir hasta 2 mm. por efectos de factores externos y factores internos.
- El número de tallos fue de dos a tres por planta, por tratarse de tubérculos –semillas con una edad fisiológica joven, que dan lugar a pocos tallos.



- La altura de planta de los tratamientos de Wilapampa llegó a un promedio de 62.5 cm y 58.9 cm en Huerta Grande.
- Los tubérculos-semillas tratados en Wilapampa sembrados en Huerta Grande reportaron mejores rendimientos con corte de tubérculos y uso del PROGIBB (Uso del ácido giberélico) de 13.5 y 11.3 t/ha respectivamente. Y los tratados en la misma localidad el corte de tubérculos con 18.9 t/ha, uso del estiércol con 22.5 t/ha y el uso del PROGIBB con 18.5 t/ha, las variaciones de rendimiento se debe a efectos del manejo de tubérculos-semillas.
- Las diferencias de altitudes de las localidades influyeron en comportamiento fisiológico de los tubérculos-semillas de papa, en el caso de Wilapampa por las masas de aire húmedo procedentes del Subtrópico y temperaturas promedio de 11,2 °C favorecieron en los tratamientos uso del estiércol, ácido giberélico (PROGIBB).
- Para Huerta Grande las temperaturas altas que llegaron hasta 23,8 °C, ocasionando un época seca, pero no fue limitante para los tratamientos uso del estiércol, uso del PROGIBB (ácido giberélico), que fueron protegidos, con relación al medio ambiente.
- El análisis de costos parciales indican que los tratamientos con mayores beneficios netos T2 (Uso del estiércol), T4 (Uso del PROGIBB), T5 (Corte de tubérculos) con 14075, 12960 y 14610 Bs. y los menores beneficios netos aparentemente se obtuvieron en los tratamientos 1 (Testigo) y 3 (Manejo de la humedad) con 5490, 7150 Bs. respectivamente.

## 6. RECOMENDACIONES

- La localidad de Wilapampa, productora de tubérculos-semillas de papa pueden tomar como alternativas, el tratamiento 2 (Uso del estiércol) y tratamiento 4 (Uso del ácido giberélico) para ofertar semilla brotada, en caso de ser una zona demandante de semillas, como Huerta Grande puede optar el corte de tubérculos teniendo mucho cuidado con las temperaturas altas y el problema fitosanitario de la zona, caso contrario utilizar el tratamiento 2 (uso del estiércol) y tratamiento 4 (uso del PROGIBB)
- Para trabajos de producción orgánica de papa se recomienda tomar en cuenta el presente estudio.
- Es necesario repetir el presente trabajo de investigación con otras variedades de la sub especie Andigena
- Es necesario realizar ensayos con diferentes tipos de estiércol para la ruptura de la dormancia, en contacto con los tubérculos-semillas de papa, pueden resultar interesantes los resultados.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACRA 1990. Estudio Socioeconómico de Los Agricultores del Valle de Araca. La Paz, Bolivia.

ALVARADO, F. L. 1986. Crecimiento del cultivo de papa En: Memorias del curso sobre control integrado de plagas de papa. CIP – ICA, Bogotá, Colombia 202 p.

ARANIBAR, S. H. 1990. Pruebas de Rendimiento entre híbridos de generación Clonal Avanzada y cultivares de papa (*Solanum tuberosum*). TESIS. UNA- La Molina, Lima, Perú.

CACERES V. E. 1993 Cultivos Andinos Editorial F. M. Oruro - Bolivia.

CEPROMU 1996. Diagnóstico Participativo, Provincia Loayza, Departamento La Paz. 5ta. Sección AIPE Editorial ABC.

COCA, M. M. 1995. Situación y Perspectivas de la producción en papa en el Departamento de La Paz. Facultad de Agronomía. IIA - UMSA.

CURMI, CRS-LA PAZ, 1996. Estimación del comportamiento de la demanda y oferta de la papa-consumo en los principales centros de consumo y abastecimiento del Departamento de La Paz. La Paz, Bolivia.

CUMAT, 1991. Estudio Semidetallado de suelos. Área Araca, Provincia Loayza. Departamento de La Paz.

DEVAUX, A. 1993. Desarrollo Fisiológico de Tubérculos-Semillas de Papa. En: Curso Regional Sobre Almacenamiento de Papa. PROSEMPA. Cochabamba, Bolivia.

INE-CID-COSUDE, 2000 Atlas estadístico de Municipios. La Paz – Bolivia.

EGUSQUIZA, B. R. 1987. Taxonomía, Botánica y Mejoramiento de la papa. En: Memorias del VI Curso Internacional de la papa. UNALM, INIDA y CIP. La Molina Perú.

JAMES, E. B. 1989. Ruptura del reposo en los Tubérculos de papa. Guía de Investigación No. 16 CIP. Lima Perú.

I.B.T.A., 1993. Catálogo boliviano de cultivares de papa nativa. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Programa de Investigación de la papa (PROINPA), estación experimental Toralapa. Cochabamba - Bolivia.

GANDARILLAS H. ALANDIA S. 1961. Métodos para Inducir la Brotación de los Tubérculos de papa para Semilla. Vol. XI, No. 1 Turrialba.

LOPEZ Z. M., VAZQUEZ B. E., 1990 Raíces y Tubérculos Editorial Pueblo y Educación. La Habana Cuba.

MARCA J. L. HIDALGO O. 1999 Métodos para Acelerar el Brotamiento de los tubérculos-semillas. En: Producción de tubérculos-semillas de Papa. O. Hidalgo (ed.) Centro Internacional de la Papa (CIP) Manual de capacitación. Lima- Perú. Fascículo 2.4

MALAGAMBA P. 1999. Fisiología y Manejo de Tubérculos-Semillas de papa. En: Producción de tubérculos-semillas de papa. O. Hidalgo (Ed.) Centro Internacional de la Papa (CIP) Manual de capacitación. Lima – Perú. Fascículo 2.2

MAMANI R. P. 1993 Propiedades del tubérculo. En: Curso regional sobre almacenamiento de papa. Cochabamba – Bolivia.

MARTINEZ C., HUAMÁN, 1987. Aspectos Fisiológicos en el cultivo de papa En: Memorias del VI Curso Internacional de la papa. UNALM, INIDA y CIP. La Molina Perú.

MONTALDO, A. 1984. Cultivo y Mejoramiento de la papa. IICA San José, Costa Rica.

POZO, M. 1999 Tuberización, Tamaño de Semilla y Corte de tubérculos. En: Producción de tubérculos-semillas de Papa. O. Hidalgo (ed.) Centro Internacional de la Papa (CIP) Manual de capacitación. Lima- Perú. Fascículo 2.3

PROSEMPA, 1995. Plan Operativo Regional La Paz-Oruro. Proyecto de fortalecimiento del Sistema de Multiplicación y Distribución de Semilla de papa. Cochabamba - Bolivia.

PERRIN, R. ANDERSON, J. 1988. Manual Metodológico de Evaluación Económica. CIMMYT. México Presupuesto Parcial. p. 9,27 – 29.

REYES, C. P. 1978. Diseño de Experimentos Agrícolas. Editorial TRILLAS. México.

RODRÍGUEZ, R. M. 1991. Fisiología Vegetal. Editorial Los Amigos del Libro. Cochabamba - Bolivia.

ROJAS P. F. 1990. Catálogo de plantas. FACULTAD DE AGRONOMÍA U.M.S.A. La Paz - Bolivia.

S.E.P.A., 1996. SEPA es seguridad en semilla de calidad, Unidad de producción de semilla de papa. Cochabamba - Bolivia.

TOCAGNI, H. 1986. Producción de papas Editorial Albatros.

VANDER ZAAG, D. E. 1990. La patata y su cultivo en los Países Bajos. Instituto Consultivo Holandés sobre la Patata. La Haya - Holanda.

VARGAS, F. VERA, R. 1996. Evaluación de un Método Práctico de Inducción a la Brotación en Semilla de papa en Siembras "MISHKAS". En: Memorias de la IV Reunión Nacional de la papa. PROSEMPA, ASAR. Cochabamba - Bolivia.

VARGAS, Q. F. 1994. Producción de Tubérculos-Semillas de papa en siembras tempranas en Puna y Evaluación en siembra tardía en Valles Mesotérmicos. TESIS. UMSS. Cochabamba - Bolivia.

VAZQUEZ B. E. TORRES G. S. 1990. Fisiología Vegetal Editorial Pueblo y Educación La Habana Cuba.

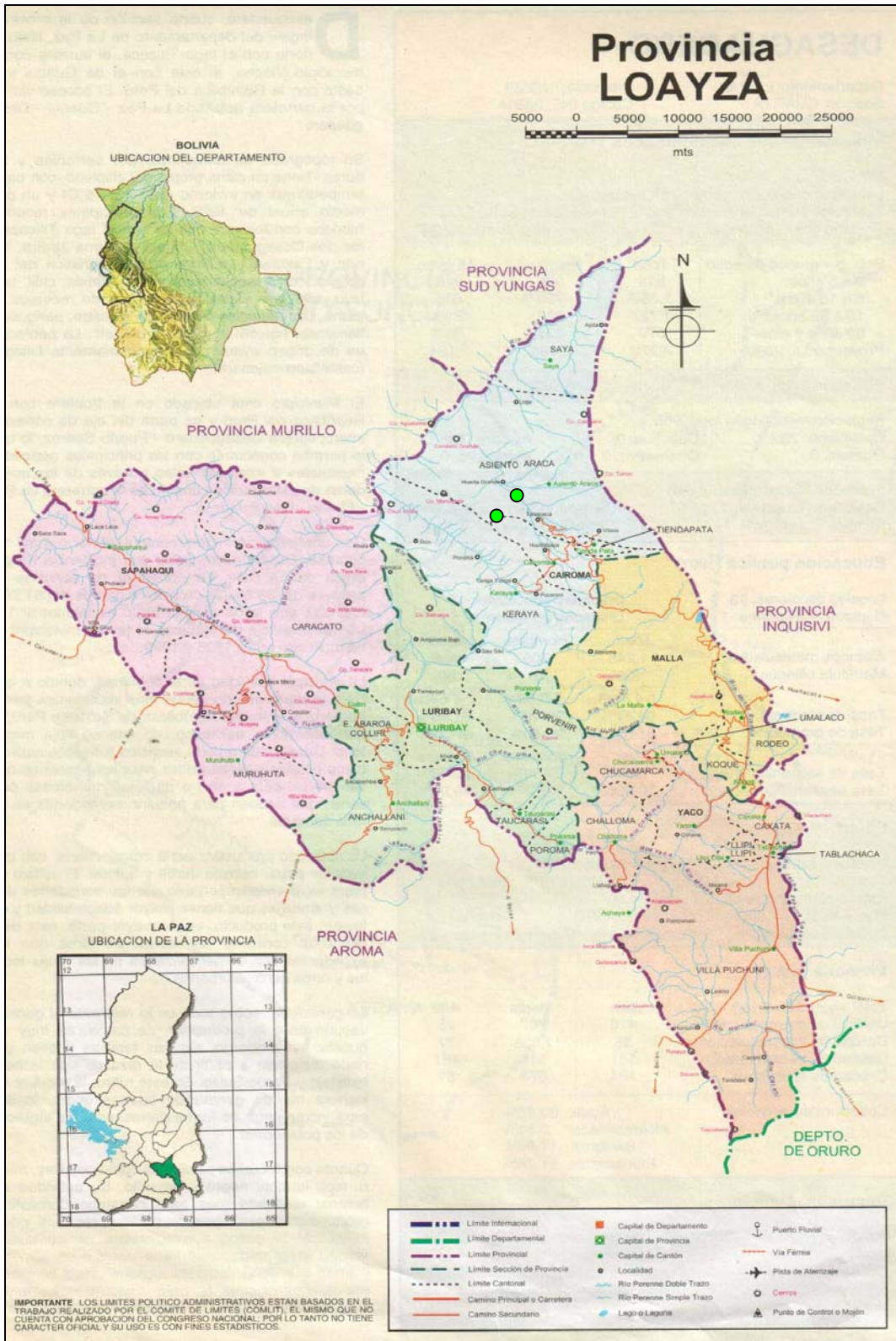
WEAVER, R. J. 1980. Reguladores del Crecimiento de las plantas en la Agricultura. Editorial TRILLAS. México.

WIERSEMA S.G., 1986. Desarrollo Fisiológico de Tubérculos-Semillas de Papa. Boletín de Información Técnica N° 20. Centro Internacional de la Papa. Lima - Perú.

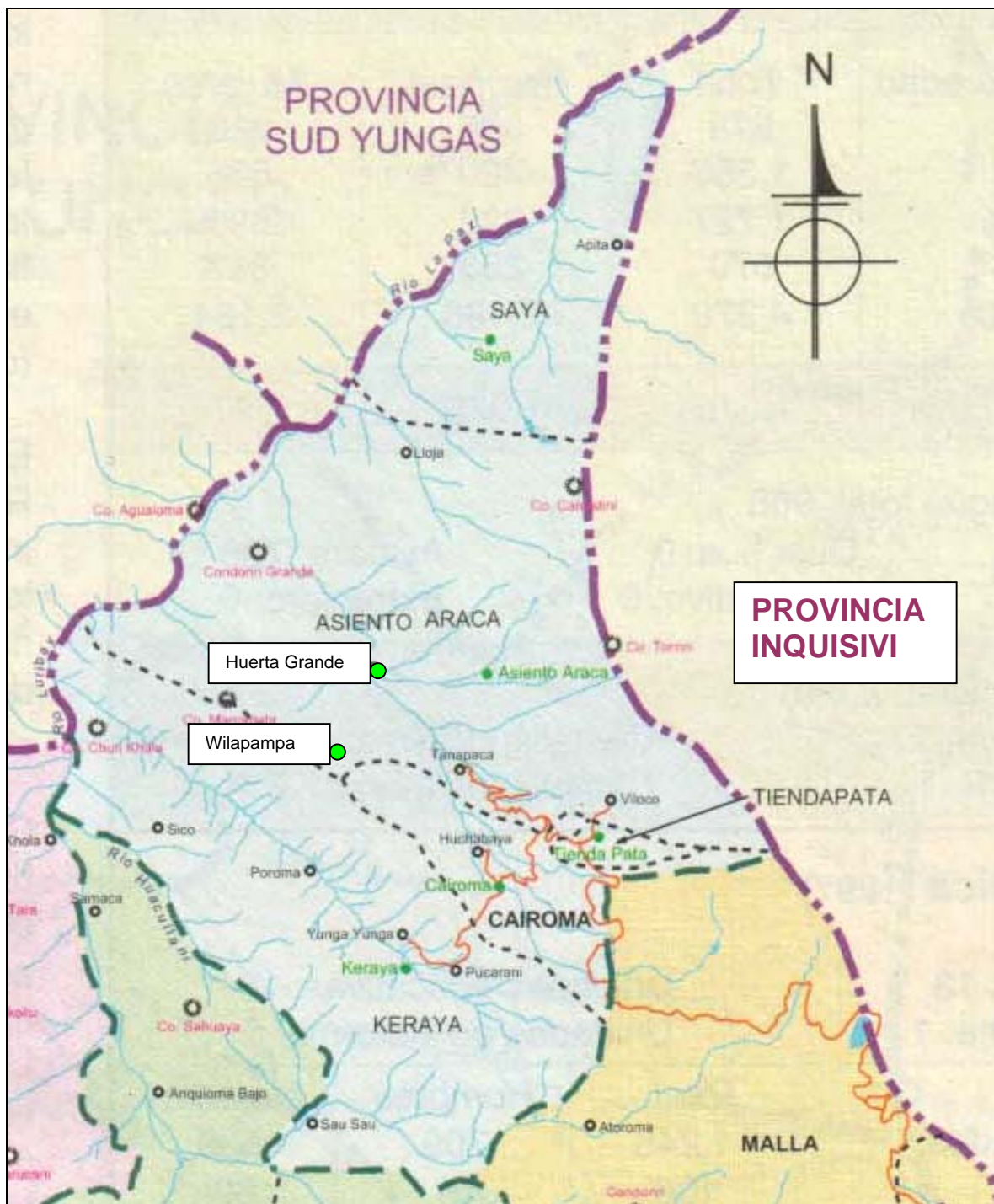
# ANEXOS







Fuente: Atlas Estadístico de Municipios



Fuente: Atlas Estadístico de Municipios

### ANEXO 3. DATOS METEOROLÓGICOS DE CAIROMA ( 2004)

#### 3.1 Datos climáticos de las dos localidades de Cairoma durante el periodo de estudio 2004.

Factor	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>T° media</b>												
Wilapampa	13.5	12.9	12.5	12.2	10.3	8.6	9.7	11.8	12.0	11.4	13.8	13.5
H.Grande	22.8	21.9	20.5	18.5	16.2	17.0	16.2	19.7	21.2	21.7	23.7	23.8
<b>T° min.</b>												
Wilapampa	7.5	6.9	6.5	5.8	3.2	3.0	2.6	3.8	6.5	6.0	8.5	8.2
H.Grande	13.6	12.2	10.3	7.5	4.5	4.5	4.0	9.0	10.5	11.5	14.0	14.8
<b>T° máx.</b>												
Wilapampa	19.5	18.9	18.5	18.6	17.5	14.2	16.8	19.8	17.6	16.9	19.2	18.8
H.Grande	32.0	31.7	30.8	29.5	28.0	29.5	28.5	30.5	32.0	32.0	33.5	32.8
<b>PP (mm)</b>												
Cairoma	89	109	46	22.5	19	0	7	141	170	50	38	78

Fuente: Temperaturas evaluadas basándose en lecturas propias. Precipitaciones calculados sobre datos de SENAMHI. (2004)

## ANEXO 4. MANEJO DE LA EDAD FISIOLÓGICA DE LOS TUBÉRCULOS-SEMILLAS

La edad de los tubérculos-semillas influye en el brotamiento y en el desarrollo subsiguiente del cultivo.

Edad Fisiológica	Joven -----	-----			viejo
Estado fisiológico	Reposo	Dominancia Apical	Brotamiento múltiple	Senectud	
Brotamiento	Ausencia de Brotes	Sólo brotes apicales	Varios Brotes	Ramificación Brotes ahilados, Papas diminutas	
Condiciones del cultivo	Ausencia de Emergencia	Pocos tallos	Muchos tallos	Plantas débiles	

La semilla vieja da lugar a:	La semilla joven da lugar a:
Emergencia temprana Tuberización temprana Follaje escaso Número tubérculos reducido Maduración temprana Rendimiento bajo	Emergencia tardía Tuberización tardía Follaje abundante Número tubérculos elevado Maduración tardía Rendimiento alto

La edad fisiológica de los tubérculos-semillas al momento de la cosecha está afectada por el clima y el suelo.

La edad del tubérculo es adelantada por:	La edad del tubérculo es retardada por:
Clima caliente	Clima frío
Estructura suelo liviano	Estructura suelo pesada
Humedad suelo baja	Humedad suelo alta
Fertilidad suelo (N) baja	Fertilidad suelo (N) alta

## ANEXO 5. TAXONOMÍA Y BOTÁNICA DE LA PAPA

### Taxonomía de la papa

Desde el punto de vista taxonómico Alarcón y Avilés (1984), mencionado por Garnica (1996), clasifican la papa de la siguiente manera:

División:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledoneas
Sub-Clase:	Metaclamideas
Orden:	Tubifloras
Familia:	Solanaceae
Genero:	Solanum
Sección:	Petota
Serie:	Tuberosa
Especie:	Tuberosum
Sub-especie:	andigenum
Variedad:	Waych'a

### Botánica de la papa

La papa es una planta herbácea, con especies de hábito erecto, semierecto y postrado, de reproducción sexual (semilla verdadera ó botánica), y agámica (tubérculos), en el primer caso es anual, en el segundo caso puede ser considerada como perenne potencial, debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos.

Según Huaman (1986) menciona con respecto a la botánica:

#### Hábitos de crecimiento

Arrosetado o semi arrosetado: Cuando todas o casi todas las hojas se encuentran cerca o en la base, de tallos cortos y están cerca del suelo.

Rastrero: Cuando los tallos crecen horizontalmente sobre el suelo.

Decumbente: Los tallos son rastreros pero levantan el ápice, semi-erecto y erecto.

#### Raíces

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo-semilla. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos-semilla, forman raíces adventicias primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman también raíces en los estolones.

#### Tallos

El sistema de tallos de la papa consta de: tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen un solo tallo principal mientras que las provenientes de tubérculos-semilla pueden producir varios tallos. Los tallos laterales son ramas de los tallos principales.

#### Estolones

Morfológicamente descritos los estolones son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos llegan a formar tubérculos; un estolón no cubierto en el suelo puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal.

## **Tubérculos**

Son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama talón, y el extremo opuesto, que se llama extremo apical o distal.

Los ojos se distribuyen sobre la superficie del tubérculo siguiendo una espiral, se concentra hacia el centro apical y están ubicados en las axilas de las hojas escamosas llamadas "cejas". Según la variedad, las cejas pueden ser elevadas, superficiales o profundas, cada ojo contiene varias yemas.

## **Brotes**

Los brotes crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo. El color del brote es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o en el ápice, o casi totalmente coloreados. El extremo apical de brotes da origen a las hojas y representa la parte del tallo donde tiene lugar el crecimiento del mismo.

## **Hojas**

Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas es decir tienen un raquis central y varios folíolos. Cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal.

## **Inflorescencia**

La inflorescencia esta dividida generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras, de esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa y las flores son bisexuales.

## **Fruto, semilla**

Al ser fertilizado el ovario se desarrolla para constituirse en un fruto llamado baya, que contiene numerosas semillas. El fruto es generalmente esférico, pero algunas variedades producen frutos ovoides o cónicos. Normalmente, el fruto es de color verde. En algunas variedades cultivadas, tienen puntos blancos o pigmentados, o franjas o áreas pigmentadas.

El número de semillas por fruto llega a más de 200, son planas y pequeñas (1000 a 1500 semillas/gramo), cada semilla esta envuelta en una capa llamada testa, que protege al embrión y un tejido nutritivo de reserva llamado endosperma.

**ANEXO 6. DATOS DEL ENSAYO**  
**Primera fase número de brotes**

Observaciones	Localidad	Tratamientos	Repetición	Número	Número Brotes
1	HG	1	1	11	2.75
2	HG	1	2	11	2.75
3	HG	1	3	16	4.00
4	HG	1	4	13	3.25
5	HG	1	1	11	2.75
6	HG	2	2	7	1.75
7	HG	2	3	9	2.25
8	HG	2	4	10	2.50
9	HG	2	1	6	1.50
10	HG	2	2	5	1.25
11	HG	3	3	10	2.50
12	HG	3	4	11	2.75
13	HG	3	1	8	2.00
14	HG	3	2	8	2.00
15	HG	3	3	15	3.75
16	HG	4	4	16	4.00
17	HG	4	1	20	5.00
18	HG	4	2	13	3.25
19	HG	4	3	15	3.75
20	HG	4	4	18	4.50
21	WP	1	1	9	2.25
22	WP	1	2	6	1.50
23	WP	1	3	13	3.25
24	WP	1	4	9	2.25
25	WP	1	1	7	1.75
26	WP	2	2	18	4.50
27	WP	2	3	17	4.25
28	WP	2	4	15	3.75
29	WP	2	1	19	4.75
30	WP	2	2	15	3.75
31	WP	3	3	7	1.75
32	WP	3	4	6	1.50
33	WP	3	1	7	1.75
34	WP	3	2	11	2.75
35	WP	3	3	7	1.75
36	WP	4	4	10	2.50
37	WP	4	1	8	2.00
38	WP	4	2	10	2.50
39	WP	4	3	19	4.75
40	WP	4	4	14	3.50

**ANEXO 6.1****DATOS DEL ENSAYO****Primera fase: Escalas de diámetro**

Observaciones	Localidad	Tratamientos	Escalas	Número	Media
1	HG	1	1	4	15.50
2	HG	1	2	4	0.00
3	HG	1	3	4	0.00
4	HG	1	4	4	0.00
5	HG	1	5	4	0.00
6	HG	2	1	4	3.50
7	HG	2	2	4	3.00
8	HG	2	3	4	2.25
9	HG	2	4	4	0.00
10	HG	2	5	4	0.00
11	HG	3	1	4	12.75
12	HG	3	2	4	0.25
13	HG	3	3	4	0.00
14	HG	3	4	4	0.00
15	HG	3	5	4	0.00
16	HG	4	1	4	14.50
17	HG	4	2	4	5.50
18	HG	4	3	4	0.25
19	HG	4	4	4	0.00
20	HG	4	5	4	0.00
21	WP	1	1	4	11.00
22	WP	1	2	4	0.00
23	WP	1	3	4	0.00
24	WP	1	4	4	0.00
25	WP	1	5	4	0.00
26	WP	2	1	4	13.75
27	WP	2	2	4	4.50
28	WP	2	3	4	2.00
29	WP	2	4	4	0.50
30	WP	2	5	4	0.25
31	WP	3	1	4	9.50
32	WP	3	2	4	0.00
33	WP	3	3	4	0.00
34	WP	3	4	4	0.00
35	WP	3	5	4	0.00
36	WP	4	1	4	9.00
37	WP	4	2	4	6.00
38	WP	4	3	4	0.00
39	WP	4	4	4	0.00
40	WP	4	5	4	0.00



**ANEXO 6.2 Datos de ensayo**  
**Segunda Fase: Campo**

OBS	L	B	T	Y	AP	NT	E1	E2	E3	NT1	E11	E21
1	Hg	1	1	7.14	73.1	1.1	0	3	36	1.44914	1.0000	2.00000
2	Hg	1	2	12.90	60.9	1.0	9	28	58	1.41421	3.16228	5.38516
3	Hg	1	3	9.57	69.4	1.3	4	14	54	1.51658	2.23607	3.87298
4	Hg	1	4	8.81	68.1	1.2	0	5	38	1.48324	1.00000	2.44949
5	Hg	1	5	11.69	62.8	1.4	11	27	62	1.54919	3.46410	5.29150
6	Hg	2	1	6.98	60.1	1.2	2	7	26	1.48324	1.73205	2.82843
7	Hg	2	2	14.17	56.9	3.5	9	36	52	2.12132	3.16228	6.08276
8	Hg	2	3	11.67	57.7	3.0	0	11	55	2.00000	1.00000	3.46410
9	Hg	2	4	9.88	58.0	2.8	1	11	37	1.94936	1.41421	3.46410
10	Hg	2	5	10.95	59.6	3.1	13	36	44	2.02485	3.74166	6.08276
11	Hg	3	1	7.56	68.2	1.5	0	2	33	1.41421	1.00000	1.73205
12	Hg	3	2	8.12	52.6	1.0	6	33	52	1.48324	3.60555	5.83095
13	Hg	3	3	5.25	59.6	2.1	9	10	53	1.41421	3.60555	5.00000
14	Hg	3	4	8.15	65.2	1.2	10	9	36	1.67332	1.73208	3.16228
15	Hg	3	5	11.56	63.2	1.2	4	29	58	1.54919	7.61577	8.06226
16	Wp	1	1	9.69	67.4	1.0	0	36	24	1.81659	1.00000	2.00000
17	Wp	1	2	18.38	55.9	1.2	12	2	58	2.00000	3.00000	5.00000
18	Wp	1	3	21.12	68.6	1.0	12	33	55	2.32379	2.82843	4.89898
19	Wp	1	4	11.95	70.4	1.8	2	24	55	1.78885	2.23607	3.74166
20	Wp	1	5	19.64	61.0	1.4	57	9	67	1.94936	4.79583	6.24500
21	Wp	2	1	10.12	53.0	2.3	0	64	32	1.44914	3.16228	3.87298
22	Wp	2	2	19.40	50.5	3.0	8	3	47	1.41421	2.23607	2.44949
23	Wp	2	3	23.93	65.9	4.4	7	24	43	1.51658	1.00000	5.29150
24	Wp	2	4	10.24	47.4	2.2	4	23	40	1.48324	3.46410	2.82843
25	Wp	2	5	17.38	49.0	2.8	22	13	51	1.54919	1.73205	6.08276
26	Wp	3	1	10.05	59.5	2.3	0	38	68	1.48324	3.16228	3.46410
27	Wp	3	2	22.15	56.2	3.2	15	5	39	2.12132	1.00000	3.46410
28	Wp	3	3	10.25	54.2	2.1	11	28	48	2.00000	1.41421	6.08276
29	Wp	3	4	12.10	48.9	2.1	8	20	41	1.94936	3.74166	1.73205
30	Wp	3	5	9.59	46.8	3.2	5	8	53	2.02485	1.00000	5.83095

## ANEXO 7.

### Análisis de varianza para diámetro de brotes Huerta grande

<b>F V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Prob&gt;F</b>	
Tratamientos	3	1,60	0,53	5,93	0,0013	*
Escalas de longitud	4	65,94	16,48	183,11	0,0001	*
Interacción	12	17,13	1,43	15,85	0,6241	ns
Error	60	5,40	0,09			
Total	79	90,07				

CV = 18,09 %

\* = Significativo al nivel de 5 %

ns = No significativo

### Análisis de varianza para diámetro de brotes Localidad Wilapampa

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>Prob &gt; F</b>	
Tratamientos	3	4,26	1,42	27,93	0,0001	*
Escalas de longitud	4	65,47	16,37	321,71	0,0001	*
Interacción	12	7,29	0,60	11,94	0,6122	ns
Error	60	3,05	0,05			
Total	79	80,07				

CV = 13,42%

\* = Significativo

ns = No Significativo

## ANEXO 8

### 8.1 Análisis de varianza para la emergencia a los 40 días

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob>F
Localidades	1	4.52	4.52	8.27	0.0207 *
Bloques dentro de localidades	2	1.37	0.68	1.25	0.3358 ns
Tratamientos	4	34.95	8.74	15.98	0.0007 *
Interacción localidad por tratamiento	4	5.57	1.39	2.55	0.1212 ns
Error	8	4.37	0.55		
Total	19	50.78			

CV = 27.72% NS = No significativo \* = Significativo

### 8.2 Análisis de varianza para la emergencia a los 50 días

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob>F
Localidades	1	1.13	1.13	3.63	0.0931 ns
Bloques dentro de localidades	2	1.22	0.61	1.96	0.2034 ns
Tratamientos	4	47.93	11.98	38.54	0.0014 *
Interacción localidad por tratamiento	4	3.31	0.83	2.66	0.1113 ns
Error	8	2.49	0.31		
Total	19	56.08			

CV = 12.88% ns = No significativo \* = Significativo

### 8.3 Análisis de varianza para la emergencia a los 60 días

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob>F
Localidades	1	5.0	5.0	0.03	0.8773 ns
Bloques dentro de localidades	2	327.2	163.6	4.24	0.0556 ns
Tratamientos	4	1900.7	475.17	12.31	0.0017 *
Interacción localidad por tratamiento	4	176.5	44.12	1.14	0.4024 ns
Error	8	308.8	38.6		
Total	19	2718.2			

CV = 13.30% ns = No significativo \* = Significativo

**ANEXO 9.**

**FOTOS DEL ENSAYO**



Foto 1. Tratamiento I

Testigo Wilapampa



Foto 2. Tratamiento I

Testigo Huerta Grande



Foto 3. Recolección del estiércol de ovino para la preparación del tratamiento II



Foto 4. Corte transversal del tratamiento II, se apilaron capas de tubérculos-semillas de papa intercalados con capas de estiércol



Foto 5. Tratamiento III, uso de la humedad

Wilapampa



Foto 6. Tratamiento III, uso de la humedad

Huerta Grande



Foto 7. Tratamiento IV uso del ácido giberélico (PROGIBB)



Foto 8. Los tubérculos-semillas tratados con el ácido se extendieron en el piso bajo semisombra.



Foto 9. Tratamiento V, corte de tubérculos-semillas



Foto 10. Los tubérculos-semillas de papa cortados se exponen a semisombra, cubiertos con ceniza de fogón.