



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE
VARIEDADES DE *Solanum tuberosum*, BAJO DOSIS DE
NITRÓGENO, SISTEMAS DE RIEGO EN LA COMUNA
ZAPOTAL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

MERCEDES SOLANDA SANTISTEVAN MÉNDEZ
GLORIA VERÓNICA TOMALÁ RAMÍREZ

LA LIBERTAD – SANTA ELENA –ECUADOR

2009

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE
VARIETADES DE *Solanum tuberosum*, BAJO DOSIS DE
NITRÓGENO, SISTEMAS DE RIEGO EN LA COMUNA
ZAPOTAL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

MERCEDES SOLANDA SANTISTEVAN MENDEZ

GLORIA VERÓNICA TOMALÁ RAMÍREZ

LA LIBERTAD – SANTA ELENA –ECUADOR

2009

DEDICATORIA

A Dios por permitir que logre mis sueños y metas propuesto en el camino de mi vida. A mi esposo **Héctor Chiriboga** y mi querida hija **Ma. Mercedes**, por ser ellos el principal apoyo y eje de inspiración para vencer todo obstáculo y cumplir con mi sueño e ilusión de llegar a la cima de mi meta propuesta.

A mis padres José y Margarita y a mis hermanos

Mercedes

DEDICATORIA

A mis padres: **Agapito Tomalá y Gloria Ramírez** por el legado más grande que un hijo puede heredar, la educación y por su sacrificio y dedicación que me brindaron durante mis estudios.

A mis hermanos por el apoyo moral que me otorgaron durante las largas noches de desvelo que pasamos juntos por mis estudios

Gloria

AGRADECIMIENTO

A Dios, y en especial a mi esposo y mi hija por el apoyo brindado en todo momento. A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por abrirme las puertas y permitirme adquirir conocimientos y crecer como persona.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por depositar en mi conocimientos y experiencias.

Al Ing. Agr, Msc. Néstor Orrala, tutor de la tesis de grado, por la paciencia y el aporte técnico, científico y académico al presente trabajo.

Mercedes

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a DIOS por haberme dado las fuerzas y sabiduría para poder alcanzar este logro. A mis padres por su apoyo incondicional y sabios consejos. A mi futura hija que es la razón más para seguir adelante.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por abrirme las puertas hacia el camino de la superación profesional.

Al Ing. Agr. Msc. Néstor Orrala, tutor de la tesis, por compartir sus amplios conocimientos y por la paciencia brindada

A mi compañera de curso Araceli Solís por su apoyo en los momentos difíciles de mi carrera profesional.

Gloria

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Antonio Mora Alcívar
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Néstor Orrala Borbor
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Andrés Drouet Candell
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ab. Milton Zambrano
SECRETARIO GENERAL –PROCURADOR

ÍNDICE

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| INTRODUCCIÓN..... | Pág. 1 |
|--------------------------|-------------------------|

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1.1 | Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 | Justificación..... | 3 |
| 1.3 | Objetivos..... | 4 |
| 1.3.1 | Objetivo general..... | 4 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos..... | 4 |
| 1.4 | Hipótesis..... | 4 |
| 2 | REVISIÓN DE LITERATURA..... | 5 |
| 2.1 | Generalidades..... | 5 |
| 2.1.1 | Origen y taxonomía..... | 5 |
| 2.1.2 | Características botánicas..... | 5 |
| 2.1.3 | Importancia económica..... | 8 |
| 2.2 | Agroecológica..... | 9 |
| 2.2.1 | Suelo..... | 9 |
| 2.2.2 | Clima..... | 10 |
| 2.3 | Agrotécnica..... | 13 |
| 2.3.1 | Rotaciones..... | 13 |
| 2.3.2 | Preparación del suelo..... | 14 |
| 2.3.3 | Siembra..... | 16 |
| 2.3.4 | Fertilización del cultivo de la papa..... | 17 |
| 2.3.5 | Labores culturales..... | 20 |
| 2.3.5.1 | Aporque..... | 20 |
| 2.3.5.2 | Riego..... | 20 |
| 2.3.5.3 | Control de malezas..... | 22 |
| 2.3.6 | Plagas y enfermedades..... | 22 |
| 2.3.7 | Defoliación..... | 23 |
| 2.3.8 | Cosecha..... | 24 |
| 2.4 | Variedades de papas cultivadas en el Ecuador..... | 26 |
| 3 | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 30 |
| 3.1 | Localización del experimento..... | 30 |
| 3.2 | Características agroquímicas del suelo y agua..... | 30 |
| 3.3 | Condiciones meteorológicas durante el experimento..... | 32 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.4 | Materiales, herramientas y equipos..... | 32 |
| 3.4.1 | Materiales..... | 32 |
| 3.4.2 | Herramienta..... | 34 |
| 3.4.3 | Equipos..... | 34 |
| 3.5 | Germoplasmas..... | 34 |
| 3.6 | Tratamientos y diseño experimental..... | 36 |
| 3.7 | Delineamiento experimental..... | 37 |
| 3.8 | Manejo del experimento..... | 40 |
| 3.8.1 | Preparación del suelo | 40 |
| 3.8.2 | Siembra..... | 40 |
| 3.8.3 | Control de malezas..... | 40 |
| 3.8.4 | Riego..... | 40 |
| 3.8.5 | Control fitosanitario..... | 40 |
| 3.8.6 | Fertilización..... | 41 |
| 3.8.7 | Aporque..... | 42 |
| 3.8.8 | Cosecha..... | 42 |
| 3.9 | Variables experimentales..... | 42 |
| 3.9.1 | Porcentaje de germinación..... | 42 |
| 3.9.2 | Altura de planta a los 60 y 90 días..... | 42 |
| 3.9.3 | Número de tubérculos por planta..... | 44 |
| 3.9.4 | Días a la cosecha | 44 |
| 3.9.5 | Peso del fruto | 44 |
| 3.9.6 | Rendimiento por hectárea..... | 44 |
| 3.1 | Análisis económico..... | 44 |
| 4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 45 |
| 4.1 | Resultados..... | 45 |
| 4.1.1 | Porcentaje de germinación riego por gravedad..... | 45 |
| 4.1.2 | Altura de plantas a los 60 días, riego por gravedad..... | 45 |
| 4.1.3 | Altura de plantas a los 90 días, riego por gravedad..... | 46 |
| 4.1.4 | Días a la floración, riego por gravedad..... | 47 |
| 4.1.5 | Número de tubérculos por planta, riego por gravedad..... | 47 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.1.6 | Peso de tubérculos gramos por planta, riego por gravedad. | 48 |
| 4.1.7 | Rendimiento, toneladas por hectárea, riego por gravedad | 49 |
| 4.1.8 | Porcentaje de germinación, riego por goteo..... | 49 |
| 4.1.9 | Altura de plantas a los 60 días, riego por goteo..... | 50 |
| 4.1.10 | Altura de plantas a los 90 días, riego por goteo..... | 50 |
| 4.1.11 | Días a la floración riego por goteo..... | 51 |
| 4.1.12 | Número de tubérculos por planta, riego por goteo..... | 52 |
| 4.1.13 | Peso de tubérculos, gramos por planta, riego por goteo... | 52 |
| 4.1.14 | Rendimiento, toneladas por hectárea, riego por goteo..... | 53 |
| 4.1.15 | Análisis de la varianza, rendimiento, variedades, sistemas de riego, y dosis de nitrógeno..... | 54 |
| 4.1.16 | Análisis económico..... | 54 |
| 4.2 | Discusión..... | 57 |
| | Conclusiones y recomendaciones..... | 60 |
| | Conclusiones..... | 60 |
| | Recomendaciones..... | 61 |
| | Bibliografía..... | 62 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág |
|---|-----|
| | . |
| Cuadro 1. Modelo de rotación para papa..... | 13 |

| | | |
|------------|---|----|
| Cuadro 2. | Clasificación de papa para semilla..... | 24 |
| Cuadro 3. | Clasificación de papa para consumo..... | 24 |
| Cuadro 4. | Rendimiento de papa nativa, tonelada por hectárea..... | 27 |
| Cuadro 5. | Rendimiento de variedades mejoradas de papa/ha..... | 27 |
| Cuadro 6. | Determinación de salinidad de extracto de pasta de suelo.... | 30 |
| Cuadro 7. | Características agroquímicas del suelo..... | 31 |
| Cuadro 8. | Características químicas del agua..... | 31 |
| Cuadro 9. | Pluviosidad de julio a octubre 2009..... | 32 |
| Cuadro 10. | Temperatura de julio a octubre 2009..... | 33 |
| Cuadro 11. | Características agronómicas de variedades de papa..... | 35 |
| Cuadro 12. | Sistema de tratamiento..... | 36 |
| Cuadro 13. | Grados de libertad del experimento..... | 36 |
| Cuadro 14. | Control fitosanitario..... | 41 |
| Cuadro 15. | Dosis de nitrógeno de cada tratamiento por planta, parcela, hectárea en las diferentes etapas..... | 43 |
| Cuadro 16. | Porcentaje de germinación, riego por gravedad, Zapotal julio del 2009..... | 45 |
| Cuadro 17. | Altura de planta a los 60 días, variedades por dosis de nitrógeno, cm. Riego por gravedad, Zapotal julio 2009..... | 46 |
| Cuadro 18. | Altura de planta a los 90 días, variedades por dosis de nitrógeno, cm. Riego por gravedad, Zapotal julio 2009..... | 46 |
| Cuadro 19. | Días a la floración, variedades por dosis de nitrógeno, riego por gravedad, Zapotal julio 2009..... | 47 |
| Cuadro 20. | Numero de tubérculos, variedades por dosis de nitrógeno. Zapotal julio 2009..... | 48 |
| Cuadro 21. | Peso de tubérculos g, variedades por dosis de nitrógeno. Zapotal julio 2009..... | 48 |
| Cuadro 22. | Rendimiento tonelada por hectárea, riego por gravedad, Zapotal julio2009..... | 49 |
| Cuadro 23. | Porcentaje de germinación, riego por goteo, Zapotal julio 2009..... | 50 |

| | | |
|------------|---|----|
| Cuadro 24. | Altura de planta a los 60 días, variedades por dosis de nitrógeno, cm. Riego por goteo, Zapotal julio 2009..... | 50 |
| Cuadro 25. | Altura de planta a los 90 días, variedades por dosis de nitrógeno, cm. Riego por goteo, Zapotal julio 2009..... | 51 |
| Cuadro 26. | Días de la floración, variedades por dosis de nitrógeno, riego por goteo, Zapotal julio 2009..... | 51 |
| Cuadro 27. | Número de tubérculos por planta, variedades por dosis de nitrógeno, riego por goteo. Zapotal, julio 2009..... | 52 |
| Cuadro 28. | Peso de tubérculos por planta, variedades por dosis de nitrógeno, g, riego por goteo. Zapotal julio 2009..... | 53 |
| Cuadro 29. | Rendimiento toneladas por hectárea, riego por goteo, Zapotal julio 2009..... | 53 |
| Cuadro 30. | Comparación de rendimiento, variedades, sistemas de riego y dosis de nitrógeno ton /ha, Zapotal julio2009..... | 54 |
| Cuadro 31. | Análisis económico sistema de riego por gravedad. Dólares. | 56 |
| Cuadro 32. | Análisis económico sistema de riego por goteo. Dólares.... | 56 |
| Cuadro 33. | Características morfológicas, Sierra y Zapotal. Riego por gravedad..... | 58 |
| | ... | |
| Cuadro 34. | Características morfológicas, Sierra y Zapotal. Riego goteo. | 59 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|------|
| | Pág. |
| Figura. 1.Efecto relativo de la temperatura en la tasa de iniciación de los tubérculos en la papa..... | 11 |

| | |
|--|----|
| Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo, riego por gravedad.. | 38 |
| Figura 3. Diagrama de la parcela experimental..... | 39 |
| Figura 4. Etapas fenológicas y temperatura, Zapotal 2009..... | 57 |

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La papa constituye uno de los cinco alimentos más importantes que contribuyen a la alimentación de la humanidad. Su producción de 327 millones de toneladas por año a nivel mundial, ocupa una superficie de 18 millones de hectáreas; Ecuador apenas representa el 0,027 % del área total. En la actualidad, en el país se siembran 49 700 ha, de las cuáles el 76 % están situadas en Carchi y Chimborazo, el 17,86 % en Tungurahua y el 6,14 % en otros lugares del país. En esta actividad se ocupan 900 familias aproximadamente.

La papa se desarrolla en zona de climas fríos, pero probablemente también puede cultivarse en clima templado y cálido. Bajo este criterio la Comisión de Estudio para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas (CEDEGE), Centro Internacional de la Papa (CIP) Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Centro De Cooperación Internacional Del Ministerio De Relaciones Exteriores de Israel (MASHAV), en 1998 llegaron a un acuerdo para realizar un estudio en Chongón y Playas para producir papas bajo riego, con el fin de verificar el comportamiento de este cultivo en las condiciones de la costa. Lamentablemente no se encontró información precisa sobre los resultados del estudio, menos de su aplicación en la práctica.

En la región costa hay dos épocas climáticas bien definidas. Específicamente, desde mayo hasta diciembre la temperatura promedio es 20°C, suficiente para que la planta se desarrolle bien, lo que podría significar una ventaja comparativa que es necesario aprovechar.

En 1998 también se probaron treinta clones en el Azúcar, provincia de Santa Elena, provenientes del CIP e INIAP. (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR 2000), la siembra fue realizada en un suelo franco, previamente utilizado para el cultivo de hortalizas, en el primer semestre en la época de lluvia y a los 100 días obtuvieron los primeros resultados; sobresalieron los clones D-4, D-60, X-141, C-219 y la variedad Margarita. 18 materiales no presentaron tuberización y solo produjeron mini tubérculos. La

variedad Chola no produjo tubérculos. Dentro de esta misma siembra bajo riego por goteo, se pudo observar una enorme aglomeración de tubérculos en torno a la papa madre y presencia de varias plagas y enfermedades no conocidas en la Sierra.

Varias lecciones se aprendieron en este primer intento: es necesario escoger materiales que se adapten más al clima de la Costa, controlar los problemas agronómicos, riego, fertilización, pero principalmente realizar investigaciones profundas en el manejo de plagas y enfermedades.

El segundo experimento se lo realizó en el primer semestre de 1999 probando tres variedades de origen israelita, dos de origen holandés y dos proporcionadas por el CIP. A los 100 días, a una densidad de siembra de 30 000 plantas por hectárea, sobresalió el clon D-56 con un promedio de 29 toneladas por hectárea, seguido por la variedad Desiree (holandesa) y el clon D-60 con 28 toneladas por hectárea. Los resultados en este experimento también fueron alentadores. Sin embargo, no hay evidencia de estudios posteriores sobre esta especie en la provincia de Santa Elena.

Estas pruebas exploratorias, permiten manifestar que es factible cultivar esta especie en la provincia de Santa Elena, pues existen características favorables para el correcto desarrollo de la planta.

Por otro lado, el consumo de papa está estimado en la provincia del Guayas, incluida la hoy provincia de Santa Elena, en 40 kg/persona/año; La costa ecuatoriana se provee de papa casi exclusivamente de la Sierra, con eventuales importaciones desde Perú; Las diferencias de precios al consumidor entre ambas regiones, en términos históricos, pueden fácilmente alcanzar un 100 % debido al transporte y a la intermediación.

Si los costos de producción y de intermediación fueran equivalentes, el consumidor de la costa podría acceder, por lo menos en cierta época del año, a un producto 50 % más barato, sin que los productores de esa región y otros actores de la cadena agroalimentaria sufran ningún perjuicio económico.

El precio de la papa es muy alto en ciertas épocas del año debido a problemas climáticos en la Sierra, razón por la cual, se ve afectada la economía de los ciudadanos que habitan en la costa, pudiéndose solucionar este problema por medio de la investigación profunda del cultivo, aprovechando las ventajas comparativas y la infraestructura de riego que presenta la provincia de Santa Elena.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene un alto grado de importancia en el ámbito económico, especialmente en el desarrollo productivo de la provincia de Santa Elena.

Se justifica desde el punto de vista teórico, ya que busca ampliar el conocimiento existente sobre el cultivo de papas en la región costa; comprobará la información y las teorías preliminares que existen sobre su comportamiento agronómico; desde el punto de vista agrotécnico, podría servir para diversificar la producción y contribuir al desarrollo de la región.

Por otra parte, el presente trabajo abrirá nuevos caminos para investigadores y estudiantes de las ciencias agrarias, siendo fuente información relacionada con este tema, sirviéndoles como marco referencial para futuras investigaciones.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento agronómico de 4 variedades de *Solanum tuberosum* bajo dosis de nitrógeno y sistemas de riego en la comuna Zapotal, provincia de Santa Elena.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar los principales parámetros agronómicos de las variedades en estudio.
- ✓ Evaluar el rendimiento de cada uno de los tratamientos.
- ✓ Determinar los costos de producción

1.4 HIPÓTESIS

Las variedades no superan el rendimiento promedio de la Sierra.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 ORIGEN Y TAXONOMÍA

SANCHEZ C. (2003) y CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA CIP. (1981) consideran más precisos poder individualizar dos centros de origen de la papa: uno situado en el Perú Central-Ecuador y otro en el sur de Chile. En cambio, Haweks (1994) expresa que el cultivo de papa tuvo su origen en el área cercana al lago Titicaca, en lo que es ahora la frontera entre Perú y Bolivia.

MILAN D. (1972) presenta la siguiente clasificación:

| | |
|---------------|----------------------|
| Reino: | <i>Plantae</i> |
| Subreino: | <i>Antophyla</i> |
| División: | <i>Angiosperma</i> |
| Clase: | <i>Dicotiledónea</i> |
| Subclase: | <i>Simpetalae</i> |
| Orden: | <i>Tubiflorae</i> |
| Familia: | <i>Solanácea</i> |
| Género: | <i>Solanum</i> |
| Especie: | <i>tuberosum</i> |
| Nombre Común: | Papa |

2.1.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

SÁNCHEZ C. (2003) describe las partes de la planta.

Raíces: se desarrollan en verticilo, en nudos del tallo principal; su crecimiento primero es vertical dentro de la capa del suelo arable y luego es horizontal de 25-50 cm y algunas veces, cuando el suelo lo permite, es nuevamente vertical hasta 90 cm. Sin embargo, la papa se puede desarrollar a partir de una semilla o de un tubérculo. A partir de una semilla, forma una frágil raíz axomórfa con ramificaciones adyacentes y cuando crece por tubérculo, se forman raíces adventicias, primero en la base de cada brote y después sobre los nudos en la parte subterránea de cada tallo.

Tallos: aéreos, gruesos, fuertes y angulosos, siendo al principio erguido y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo. Los tallos se originan en la yema del tubérculo, siendo su altura variable entre 0,5 y 1 m; de color verde pardo debido a los pigmentos antociámicos asociados a la clorofila, estando presente en todo el tallo, aunque algunas veces puede ser de color marrón- rojizo o morado.

La papa emite tallos erectos herbáceos rastreros o semi-rastreros, con hojas compuestas, alcanzando su máximo crecimiento a los 35-40 días con una altura de 40 a 90 cm. Se puede acentuar también que las plantas provenientes de semillas verdaderas tienen un solo tallo principal, y las provenientes de tubérculos – semillas pueden generar varios tallos. Los tallos pueden ser sólidos o parcialmente tubulares por motivo de la descomposición de la médula.

Hojas: alternas, al igual que los estolones. Las primeras hojas tienen aspecto simples, luego vienen las hojas compuestas, imparipinnadas con 3-4 pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Entre las hojuelas laterales hay hojuelas pequeñas de segundo orden. Presentan pelos o tricomas en su área superficial, pero varían dependiendo de las condiciones del cultivo.

Flores: bisexuales y tienen las principales partes de una flor tales como cáliz, corola, estambres y pistilo. Los pétalos se fusionan formando un tubo floral. El cáliz está formado de cinco sépalos que se unen parcialmente en la base para formar una estructura con forma de campana debajo de la corola. La corola posee cinco pétalos, ligados en la base para formar un tubo corto y una superficie plana de cinco lóbulos, y esta puede ser de color blanco, azul, rojo o morado en diferentes tonos e intensidades.

Inflorescencia: es cimosa, las flores son hermafroditas, tetra cíclicas, pentámeras; el cáliz es gamosépalo lobulado; la corola es rotácea pentalobulada del color blanco al púrpura, con 5 estambres. Cada estambre posee dos anteras de color

amarillo pálido, amarillo más fuerte o anaranjado, que producen polen a través de un tubo terminal; gineceo con ovario bilocular.

Rizomas: son tallos subterráneos de los que surgen las raíces adventicias, que producen hinchamientos denominados tubérculos, que son ovales o redondeados.

Fruto: es una baya bilocular de 15-30 mm de diámetro, aunque ciertas variedades producen frutos ovoides o cónicos color verde, verde amarillento o verde azulado. Algunas variedades poseen puntos blancos o pigmentados. Cada fruto contiene aproximadamente 200 semillas, pero esta cantidad depende de la fertilidad de cada cultivo. Cada semilla está rodeada con una capa llamada testa, la cual salvaguarda el embrión y el tejido nutritivo de reserva llamado endospermo.

Tubérculos: son tallos subterráneos ensanchados. En la superficie posee yemas axilares en grupos de 3-5 y protegidas por hojas escamosas.

Una yema representa una rama lateral del tallo subterráneo. El tubérculo es un sistema morfológico ramificado; los ojos de los tubérculos tienen una disposición rotada alterna desde el extremo distal, donde los ojos son más abundantes. La yema apical del extremo distal es la que primero se desarrolla y domina el crecimiento de todas las otras (dominancia apical).

Epidermis del tubérculo.- Según HUAMÁN Z. (1986), la epidermis del tubérculo está formada por la capa exterior de células y con el peridermo varias capas de células corchosas, forma la cáscara de la papa. Alrededor del tubérculo y debajo de la cáscara se halla el anillo vascular, que se extiende en toda la superficie externa del tubérculo y se conecta junto con el área medular. También establece que cuando los tubérculos son cosechados antes de alcanzar su madurez, la cascara es fácilmente dañada durante el manejo, y esto los hace más susceptibles a daños por microorganismos y a pérdida de agua durante el almacenamiento que los tubérculos con una cáscara bien desarrollada

2.1.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA.

Según INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIAP (2002), la papa es uno de los cultivos más importantes en el Ecuador por el valor económico de su producción, para numerosos pequeños agricultores. Indica que los productores de los países en vías de desarrollo cosecharon 439 millones de toneladas métricas de tubérculos, con un valor estimado anual de 41 mil millones de dólares. De la producción de raíces y tubérculos, la papa representa el cultivo de mayor valor económico (\$16,5 billones) a nivel mundial.

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO FUNDAGRO (1992) afirma que hoy en día el cultivo de la patata es de importancia económica y alimentaria la cual constituye un alimento fundamental en la dieta del hombre; además se emplea como planta forrajera e industrial suministradora de alimento para el ganado y de materia prima para la industria del almidón y del alcohol.

En el Ecuador, la provincia de Chimborazo es la que tiene la mayor superficie cultivada de papas a nivel nacional; sin embargo, hay otras provincias como Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Pichincha que hacen de la papa uno de sus principales productos agrícolas, siendo sin lugar a dudas su principal eje económico, debido a su gran influencia en el flujo de capitales e inversiones; además, la papa es uno de los productos alimenticios de primera necesidad de mayor consumo a nivel nacional.

Por otro lado, el cultivo de papa es uno de los mayores demandantes de fertilizantes para su correcto desarrollo y buen rendimiento, razón por la que en este aspecto es necesario una inversión significativa para poder controlarlo.

2.2 AGROECOLOGÍA

2.2.1 SUELO

Para KERHR A. (1967), el rendimiento, la forma y la apariencia de los tubérculos dependen en gran parte de la textura y naturaleza física del suelo. Dentro de los mejores suelos para producir papa se encuentran los bien drenados, arenosos, que contienen arenisca y suelos arcillosos que contengan materia orgánica y elementos nutritivos suficientes.

CADAVIDAD JI. (1995) afirma que los mejores suelos para la papa son los que poseen una textura franca o franco arcillosa, es decir, suelos livianos con poco contenidos de arcilla y fáciles de trabajar. Estos suelos deben ser ligeramente ácidos con un pH alrededor de 5,5-6.

Según MONDOÑEDO J. *et all* (1990), la papa puede crecer en casi todos los tipos de suelos, excluyendo suelos muy húmedos, ya que las semillas se pueden dañar. El suelo debe abastecer de agua, nutrientes y oxígeno a las raíces. Además la estructura del suelo debe facilitar las labores de preparación de la tierra, del manejo del cultivo y de la cosecha.

La profundidad de la capa de tierra cultivable debe ser por lo menos 35 cm; la cama de semillas debe tener una estructura granulada para ayudar a la filtración del agua hacia las raíces, la humedad debe ser adecuada. La papa requiere un suelo húmedo y la vez una buena aireación. La cantidad de sales debe ser baja.

Los suelos arcillosos tienden a secarse lentamente, lo que causaría el aplazamiento de la siembra, teniendo como resultado una época corta de crecimiento, situación que se deduce con una producción baja.

Los suelos arenosos se secan más rápido, razón que permite sembrar temprano en determinada época. La temperatura de este tipo de suelos tiende a elevarse rápido, lo que genera un crecimiento acelerado de la planta joven, aunque tiene una capacidad restringida de agua, situación que puede afectar a la planta en épocas secas.

Los suelos francos son más adecuados para la producción de papas, ya que no se secan tan rápido ni tan lentamente. La granulación natural es suficientemente buena, lo que ayuda a la preparación de la cosecha, además estos suelos por lo general mantienen una adecuada estructura durante el cultivo.

Se puede resumir que del tipo de suelo donde se siembre la papa dependerá su calidad y productividad.

2.2.2 CLIMA

CORTEZ M. y HURTADO G. (2002) afirman que la producción de papas en el trópico se ve favorecida por las condiciones del clima, a diferencia de las tierras altas, donde la temperatura es relativamente fresca. La papa es considerada una planta termoperiódica, lo cual hace necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10° C. Si la diferencia es menor, el crecimiento y tuberización se ven afectados.

MONDOÑEDO J. *et al* (1985) aseguran que durante el crecimiento, el cultivo de papas requiere una variación en la temperatura ambiental. Después de la siembra, la temperatura debe subir hasta 20° C para que la planta se desarrolle bien. Luego se necesita una temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje; aunque no debe pasar de los 30° C. Durante el desarrollo de los tubérculos, es importante que la temperatura se encuentre entre 16 y 20° C. Especialmente en regiones más calientes es esencial que las noches sean frescas para ayudar a la inducción de la tuberización de los tallos.

Para CASACA A. (s.f), la papa requiere una temperatura de 15 – 20 ° C, pero es una planta termoperiódica lo que indica que necesita una variación de temperatura diurna y nocturna por lo menos de 10° C, si la diferencia es menor, el crecimiento y la brotación de los tubérculos se ven afectados en rendimientos y calidad.

Indica también que las temperaturas altas son ideales para el crecimiento de tallos y hojas pero no para la etapa de tuberización.

SALISBURY F. y ROSS C. (2000) manifiestan que las altas temperaturas y los días cortos provocan una reducción de la hormona giberelina en las plantas de patatas, lo que puede explicar que el estolón deje de elongarse. Es posible restringir la elongación del estolón sin que haya crecimiento radial de éste, el cual forma los tubérculos.

VAVILOV P P. *et - al* (1979) dice que las altas temperaturas del suelo permiten el crecimiento, formación y ramificación de los estolones, lo que contribuye al poco crecimiento de los tubérculos. También aumenta la intensidad de la respiración y con esto el gasto de los hidratos de carbono lo que ocasionaría el poco desarrollo de los tubérculos.

ALDABE L. y DOGLIOTTI S. (s.f) indican a mayor temperatura (hasta 27-28°C), mayor es la tasa de crecimiento potencial del follaje y por lo tanto mayor es su capacidad de consumir asimilados disponible. Como antes del inicio de la tuberización (y aún luego de iniciada, hasta que no hay varios tubérculos creciendo activamente en la planta), la principal fase es el follaje; las condiciones que favorezcan el crecimiento de éste van a retrasar el inicio de la tuberización.

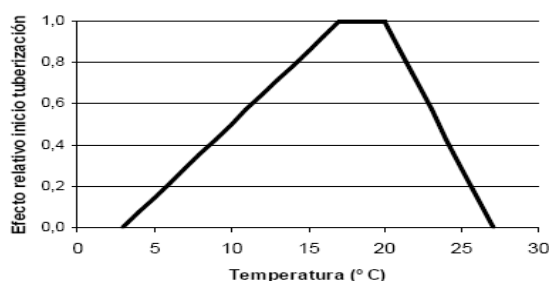


Figura 1. Efecto relativo de la temperatura en la tasa de iniciación de los tubérculos en la papa

CORTBAOUIT R. (1988) expresa que la temperatura influye en la velocidad del crecimiento de los brotes; los suelos muy fríos por debajo de los 15°C retardan la emergencia, mientras los suelos calientes la estimulan

KEHR A. (1967) indica que el rendimiento total de la papa depende de los factores climáticos.

- a) **Temperatura.-** La papa ha tenido su mejor desarrollo, en áreas donde el promedio de la temperatura diurna rara vez excede los 21° C y las temperaturas nocturnas son más frías. La evidencia experimental indica que la temperatura óptima para la formación de los tubérculos es de 5-18 °C, a temperaturas de 20-29 °C o mayores, muy pocos tubérculos se forman. No obstante se sabe que se puede cultivar la papa en lugares donde la temperatura mínima nocturna sea de 18 °C como máximo, sin importar mucho la temperatura diurna, aunque se prefiere climas con temperaturas bajas.

- b) **Longitud del día.-** la papa es gradualmente afectada por la longitud del día. Durante días largos, el crecimiento vegetativo de las partes superiores, principalmente la elongación de los tallos, se aumentan, mientras que, durante días cortos, los tallos son pequeños. Los días largos favorecen, en ciertas variedades, la formación de estolones con ramificaciones largas, que forman el tubérculo; mientras que en los días cortos se favorece la formación de los estolones corto pero no se produce la formación de tubérculos. En variedades de papa que crecen durante días cortos las hojas, tienden a ser suaves y más susceptibles al tizón tardío.

- c) **Humedad.-** La planta de la papa necesita una continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento. La cantidad total de agua para el cultivo es aproximadamente 500 mm. Previa a la siembra, se necesita un tiempo seco a través del cual hay que preparar la tierra, para luego sembrar. Durante la primera etapa del desarrollo, la planta requiere poco agua; después y hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. Un exceso de agua al término de la fase de aumento de tamaño, hace que los tubérculos se pudran con facilidad, mientras que su carencia los hace madurar prematuramente.

- d) Piso altitudinal para el cultivo de papa.- INIAP. (2002) indica que existen tres pisos ecológicos principales en el país: andino (más de 3600 *m.s.n.m.*), subandino (3200-3600 *m.s.n.m.*) e interandino (2800-3200 *m.s.n.m.*).

Para CORTBAOUIT R. (1988), la planta de papa requiere de una humedad adecuada del suelo para poder desarrollarse y crecer sin problemas. El tubérculo-semilla debe tener buen contacto con el suelo húmedo, no obstante la humedad excesiva reduce la aireación y como resultado afecta al crecimiento de las raíces, los estolones y los tubérculos

2.3 AGROTÉCNICA

2.3.1 ROTACIONES

Un estudio realizado por LOPEZ MF. (1999) en la sierra ecuatoriana determinó que en la zona del Ángel, provincia del Carchi las rotaciones de sistemas itinerantes de roza y semi-permanentes de barbecho largo se realizan máximo dos ciclos de cultivo de papa y barbecho sobre los seis años. Este sistema es practicado especialmente por agricultores de pequeñas y medianas unidades de producción agrícolas familiares; otros agricultores dejan que los barbechos cumplan con el ciclo de regeneración de vegetación.

BARRERA V. (1996) señala en el cuadro 1, un modelo de rotación para la papa.

Cuadro 1. Modelo de rotación para papa

| Ciclo | Cultivo | Tiempo |
|-------|------------------------------------|-------------|
| 1 | Pasto | Varios años |
| 2 | Papa | 2 siembras |
| 3 | Cereales: cebada, trigo, maíz | 1 siembra |
| 4 | Leguminosas: haba, arvejas, vicia. | 1 siembra |
| 5 | Pasto | Varios años |

MONTALVO A. (1984) presentan la siguiente estructura de rotación para el cultivo de papa.

➤ **Regiones tropicales, calientes y bajas:**

Papa-maíz-frejol-papa

Papa-algodón-hortalizas-papa

Papa-sorgo-papa

Papa-abono verde-papa

➤ **Regiones tropicales frías altas:**

Papa-cereal pequeño-pradera leguminosa-gramínea –papa

Papa-leguminosas de grano-papa

➤ **Regiones australes bajas y frías.**

Papa-trigo-pradera leguminosas-gramíneas-papa.

Papa-trigo-remolacha azucarera-trigo-papa

Papa- hortalizas-leguminosas forrajeras

2.3.2 PREPARACIÓN DEL SUELO

Según CORTEZ M. y HURTADO G. (2002), la preparación del terreno debe hacerse con la mayor anticipación posible a la siembra, con la finalidad de favorecer la descomposición de los residuos de la cosecha anterior e inducir la germinación anticipada de las malezas, para su buen control al momento de la siembra: Estas prácticas se las realizan de acuerdo con las condiciones topográficas del terreno.

INIAP. (2002) comenta que la selección cuidadosa del terreno es particularmente importante. Se debe tomar en cuenta diversos criterios, como la presencia de plagas y enfermedades, presencia de distintos tamaños de agregados de suelo y que tengan una capa arable por arriba de los 30 cm. Estos factores permiten un buen desarrollo de raíces y la formación de tubérculos. Debido al grado de movimiento de suelo que demanda el cultivo, para evitar la erosión de suelos, no se recomienda utilizar terrenos con pendientes mayores al 20 %.

El mismo autor anota las principales labores convencionales de preparación de suelo: arado, rastra y surcado. También indica que el momento más oportuno para la eliminación del gusano blanco cuando es adulto, empieza 30 días antes y termina 30 días después de la siembra. En este lapso se recomienda un período de campo limpio (sin residuos de plantas). Se puede bajar la población de gusanos blancos a través de la captura de adultos en forma directa en el suelo.

Por otro lado, ENCICLOPEDIA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLA (2008, en línea), expresa que antes de la siembra, se deben identificar los posibles riesgos físicos, biológicos y químicos en los sectores donde se vaya a cultivar papa. Además no se debe usar terrenos donde se detecten riesgos al ser humano y que puedan alterar la inocuidad del producto. Se debe aplicar estrategias para reducir los riesgos identificados, analizar el historial del uso del terreno con sus zonas colindantes y considerar la disponibilidad de agua.

Para MONTALVO A. (1984), una buena preparación debe inclinar el mantenimiento de una buena estructura, reacción del suelo y la fertilidad del mismo. Dependiendo del tipo de suelo para mejorar la estructura de estos se usan por lo general abonos verdes y estiércol, pues las papas no aguantan suelos con mucha compactación. El suelo tiene que estar suelto alrededor de las raíces y tubérculos, con buen drenaje o va a ver problemas con enfermedades y con el desarrollo de las papas.

Para la REVISTA PAPA. (1999, en línea), la preparación del suelo en terrenos con pendientes, debe hacerse en curvas a nivel o en surcos que corten la pendiente, con el fin de evitar problemas de erosión y la insostenibilidad de las futuras producciones.

2.3.3 SIEMBRA

GUIA DEL CULTIVO DE LA PAPA. (2008, en línea) indica que la distancia de siembra debe tener un marco de 80 - 90 cm entre surcos y 25 - 30 cm entre plantas; la semilla para una hectárea: 2 500 – 2 900 kg/ha, y el peso de la semilla: 40 - 85 gramos con una población: 33 000 – 44 000 planta/ ha.

La siembra puede ser a mano para los surcos, y enterándolos a una profundidad de 10 - 15 cm. Es bueno incorporar fertilizante pre-siembra antes de sembrar las papas. Abrir el surco y aplicar el fertilizante pre-siembra a una profundidad de 20 - 25 cm. y cubrirlo con un poco de tierra.

INSTITUTO HOLÁNDES PARA EL FOMENTO DE LA VENTA DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS (2002) señala que las patatas pueden cultivarse en surcos separados entre sí 50 a 100 cm. Cuanto más favorables vayan a ser las condiciones de crecimiento, mayor puede ser la distancia entre los surcos; cuanto menor sea la distancia entre los surcos mejor será la distribución de tallos.

La profundidad de siembra puede ir desde 5 a 15 cm, dependiendo del tipo de suelo, aunque lo más normal es que se ponga a una profundidad de unos 7-8 cm; después de nacida, se irán haciendo aporcados sucesivos (GUIA DEL CULTIVO DE LA PAPA. 2008, en línea)

SANTOS J. (1986) manifiesta que la profundidad de siembra varía entre 5 y 12 cm; debe preferirse la profundidad mayor en suelos livianos o faltos de humedad en el momento de la siembra y la profundidad menor, en el caso de los suelos pesados o en los cuales se emplea la semilla de papa pre-germinada.

CORTBAOUIT R. (1988) declara que la siembra profunda protege al tubérculo de enfermedades y plagas tales como el tizón tardío y la polilla de la papa, además previene el verdeado de los tubérculos. No obstante la siembra superficial ayuda a disminuir las infecciones originadas por las enfermedades que sobreviven al suelo y facilita la cosecha.

Los tubérculos grandes se adaptan mejor a la siembra profunda en comparación de los pequeños, pero en ciertas situaciones la siembra superficial seguida por un aporque alto puede ser una buena opción de regular la profundidad de la siembra. Para este autor la distancia de la siembra depende de la variedad de papas. Si la fertilidad y humedad del suelo son bajas, el suelo puede mantener menos plantas, mientras que a mayor densidad menor será el tamaño de los tubérculos cosechados.

TOPINAMBUR ALTO VALLE (2008, en línea) manifiesta que la cantidad de tubérculos por hectárea a utilizar, depende de la finalidad que se dé al cultivo, ya sea para la producción de tubérculos o forraje verde.

Para producción de tubérculos:

Entre surcos 70 cm.

Entre plantas 30 cm y 950 kg/ha

Entre plantas 70 cm y 700 kg/ha

Una vez preparada la cama de siembra se procede a su implantación, puede ser con una sembradora de papa, carpidor o aporcador. La profundidad de siembra será de 10 cm, en suelos pesados y no más de 12 cm, en suelos sueltos, tapan con la misma máquina o con un tablón.

2.3.4 FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPA

SANCHEZ C. (2003) dice que la papa requiere una fertilización bien equilibrada, aunque cada zona presenta una condición especial debido a la composición del suelo, lo que conlleva que sea muy arriesgado emitir una receta de aplicación de fertilizantes. Se recomienda las formulas 10-10-15, 12-12-17/2 ó 13-13-21 en dosis de 1000-1500 kg/ ha, aplicadas en banda a un lado del surco al momento de la siembra; dependiendo del grado de acidez del suelo y de la materia orgánica presente en el mismo; a veces es necesario aplicaciones de cal y materia que incorporados por lo menos un mes antes de la siembra.

FUNDAGRO (1991) justifica que la cantidad de fertilizantes a utilizarse por hectárea se determina con el análisis previo al suelo. Sin embargo, para las zonas tradicionalmente paperas recomiendan por hectárea, en términos generales, 13 sacos de 18- 46- 0- 0, 3,5 sacos de muriato de potasio, aplicados al momento de la siembra al fondo del surco, a chorro continuo tapados con una capa de suelo de 10 cm aproximadamente, para no causar daños a los brotes del tubérculo o semilla. La aplicación de 1,5 sacos de úrea se puede hacer al momento del medio aporque.

SÁNCHEZ C. (2003) manifiesta que el nitrógeno es el factor determinante en el rendimiento del cultivo; favorece el desarrollo de la parte aérea y la formación y engrosamiento de los tubérculos. Generalmente se aporta una sola vez en el momento de la plantación, durante la preparación del suelo o sobre el camellón.

CACERES J. (1991) expresa que el nitrógeno estimula el crecimiento vegetativo y acentúa la coloración verde en las hojas. Sin embargo, en caso extremo puede tener efectos desfavorables sobre el cultivo al provocar el desarrollo excesivo del follaje, problemas en la cosecha porque alarga el período de maduración.

MONDOÑEDO J. *et al* (1990) manifiesta que la papa necesita de nitrógeno durante todo su ciclo de vida, especialmente en la fase vegetativa; con altos niveles de N la planta formará mas follaje, sacrificando la tuberización.

CENTRO DE ESTUDIO AGROPECUARIO CEA (2001) indica que el fósforo es un elemento esencial de los componentes químicos de la planta y es responsable de la transferencia de energía necesaria para los procesos metabólico dentro de ésta; las necesidades totales de fósforo son 160 kg/ ha, debido a que un cultivo de papa extrae fósforo en un 2 % del peso del tubérculo, pero la utilización del fósforo será de acuerdo a un anterior análisis de suelo, que indique las necesidades reales del cultivo.

MONDOÑEDO J. *et al* (1985) señala que la papa necesita de fósforo para estimular el crecimiento y la formación rápida de raíces.

Según CENTRO DE ESTUDIO AGROPECUARIO CEA (2001), el potasio no está incluido directamente en las sustancias químicas de la planta, por lo que este actúa en forma de carbohidrato, en la transformación y el movimiento del almidón de las hojas de la papa a los tubérculos; es muy importante para el control del movimiento de los estomas y del agua de la planta; requiere de potasio, para producir almidón; este elemento proporciona a la planta gran vigor y ayuda al desarrollo de los tubérculos.

SIERRA C.; SANTOS J., KALAZICH J. (2002) establecen que la fertilización del cultivo de la papa es una práctica agronómica importante, pues permite incrementar notablemente el rendimiento y la calidad de los tubérculos cosechados. La fertilización generalmente representa alrededor del 30 % de los costos totales de producción.

La fertilización precisa para el cultivo de la papa es difícil de lograr, debido a que en este proceso intervienen factores dinámicos de tipo biológico, químico y agro físico que interactúan entre el suelo, la planta y la atmósfera que hacen difícil su predicción. Sin embargo, es posible lograr razonables aproximaciones si se usa, por ejemplo, un buen análisis de suelo completo, que permite mejorar el diagnóstico de la fertilidad actual del suelo.

Otro de los elementos de mayor importancia para la nutrición del cultivo de papas es el potasio, el cual es responsable de más de 48 funciones distintas en las plantas; desde regulador del cierre estomático de las hojas en las células oclusivas, hasta principal activador de la síntesis de carbohidratos. Esta última función es muy importante en cultivos de papa, debido al gran contenido de carbohidratos que debe formar y almacenar en los tubérculos.

Este elemento presenta una gran movilidad en la planta, su deficiencia produce plantas con hojas algo cloróticas y luego desarrollan puntos necróticos dispersos,

los tallos del cultivo son débiles y quebradizos cuando falta K en el suelo. En el caso de la papa, su deficiencia produce un tono bronceado de las hojas especialmente basales y con aplicaciones altas de K el cultivo tiende a producir grandes tubérculos.

2.3.5 LABORES CULTURALES

2.3.5.1 Aporque

CACERES J. (1991) y SANCHEZ C: (2003), concuerdan que un buen aporque previene el verdeo por exposición de los tubérculos a la luz y ayuda a controlar el daño de la polilla, a mantener libre de malezas y permitir que la planta tenga más espacio para el proceso de tuberización.

CEA (2001) manifiesta que en cultivos bajo riego, es necesario un solo aporque cuando las plantas tengan de 20 a 30 cm de altura y en cultivos bajo lluvia, 2 aporques porque éstas hacen bajar los camellones y los tubérculos quedan descubiertos. El segundo aporque debe realizarse cuando la planta ha alcanzado 40-50 cm de altura y debe ser más o menos de 30 cm de altura.

2.3.5.2 Riego

Según CEA (2001), los factores que influyen en las necesidades de agua son: época de siembra, variedad, fertilización, objetivo del cultivo y condiciones del suelo.

La misma fuente afirma que la aplicación del primer riego depende del estado de humedad del suelo en el momento de la siembra; si ésta se efectúa con humedad “a punto”, las plantas emergen más o menos a las tres semanas de sembradas. Se debe dar el primer riego cuando haya emergido más o menos el 75% de las plantita, y se les tiene que regar con pocos volúmenes de agua para evitar el lavado de los fertilizantes.

SÁNCHEZ C. (2003) dice que la papa es un cultivo muy exigente en agua, aunque un exceso reduce el porcentaje en fécula y favorece el desarrollo de enfermedades.

Desde la siembra, el estado hídrico del suelo tiene influencia sobre toda la evolución del cultivo pero es recomendable que las alternativas de periodos secos y húmedos dan lugar a modificaciones en la velocidad de engrosamiento de los tubérculos. Para el riego se pueden utilizar riego por goteo, por gravedad, y aspersión. La papa necesita 500 a 700 mm durante el periodo vegetativo.

MONDOÑEDO J. *et al* (1990) indica que un cultivo de papa necesita continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento, la etapa de floración y la formación de los tubérculos. La cantidad total de agua va a depender del tipo de suelo y del clima; además los suelos arenosos necesitan más agua que los suelos arcillosos.

Según CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL CENITA (2002), la papa puede soportar una sequía temporal, pero esta situación no puede ocurrir durante la formación de los tubérculos, porque se tendría como resultado una disminución importante en el rendimiento del cultivo.

También expresa que los riegos deben ser frecuentes y ligeros; es aconsejable un riego con relativamente poco agua cada dos semanas en lugar de un riego más fuerte cada mes, para de esta manera eludir rajaduras. La alta humedad ambiental después de una lluvia o riego fuerte, también puede causar enfermedades que destruirían a la planta. El último riego se debe aplicar dos o tres semanas antes de la cosecha.

Es aconsejable que la cantidad de agua que se aplique en el cultivo dependa principalmente del tipo del suelo y del clima donde se vaya a realizar la siembra. Los suelos arenosos por lo general requieren de más agua en comparación con los

suelos arcillosos, sin embargo en los suelos arenosos se pierde mucha agua por infiltración.

2.3.5.3 Control de malezas

FUNDACIÓN DE DESARROLLO AGROPECUARIO (1992) establece que es importante mantener el cultivo libre de malezas durante los primeros 45 días del ciclo, debido a que esa época es crítica de competencia por nutrientes, agua, luz y espacio. Por otro lado expresan que para el control mecánico es más común el pase con azada unos 20 días después de la siembra. Mientras que para el control químico es común la aplicación de herbicida residual como metribuzina, linurón o pendimetalina, a las dosis que recomiendan los fabricantes, y acotan que también se aplican previo a la plantación o al nacimiento, un herbicida foliar de contacto, con el objetivo de eliminar las pequeñas malezas nacidas hasta el momento. El control químico es importante, no solo el ingrediente activo, sino utilizar una dosis adecuada en el momento preciso.

CÁRDENAS J. (1987) manifiesta que la aplicación química podría sustituir ventajosamente a la labor del “rascadillo”, ya que asegura el mantenimiento del cultivo libre de malezas durante la época crítica de competencia de estas con el cultivo; requiere menos mano de obra y se realiza en menor tiempo.

2.3.6 PLAGAS Y ENFERMEDADES

ANDRADE H. (1994), INSTITUTO INTERNACIONAL DE RECONSTRUCCIÓN RURAL IIRR (1996), MOORE J. (1996), INIAP (2002), CEA (2002) coinciden en señalar a la pulgilla (*Epitrix* spp), trips (*Frankliniella* sp), pulgones (*Myzus persicae*), minador de la hoja (*Liriomyza quadrata*), gusano de la hoja (*Capitarsia* sp), como las principales plagas de la papa.

En cuanto a las plagas del suelo señalan a: nemátodos del quiste (*Heterodera pálida*), gusano blanco (*Premnotrypes bórax*), gusano negro trazador (*Agrotis ypsilon*).

De igual manera, enfatizan las enfermedades virales; virus del enrollamiento de las hojas (PLRV), el Virus “Y” de la papa (PVY, el virus “X” de la papa (PVX). Enfermedades bacterianas como pata negra (*Erwinia* spp), sarna común (*Streptomyces scabies*). Enfermedades fungosas: lancha tardía (*Phytophthora infestans*), lancha temprana (*Alternaria solani*), Rhizoctonia o sarna negra (*Rhizoctonia solani*), sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*), roya (*Puccinia pitteriana*), torvo o lanosa (*Rosellinia* sp).

2.3.7 DEFOLIACIÓN

SÁNCHEZ C. (2003) indica que esta operación se realiza en todo cultivo de papas, para destruir la planta antes de la recolección con la finalidad de controlar el engrosamiento y acumulación en materia seca de los tubérculos. Además contribuye a facilitar las operaciones de recolección, actúa como protector de la cosecha (al incrementarse las temperaturas durante el periodo del cultivo tardío se evita el rebrote de los tubérculos) y destruir el medio de desarrollo de enfermedades.

Según LINDAO V. (1991), la defoliación se realiza mediante los siguientes sistemas:

- Defoliación manual
Con machete, al usar este sistema existe el peligro de contaminación de la sementera con patógenos causantes de enfermedades, en especial de tipo virótico.
- Defoliación química
Consiste en la utilización de herbicidas, Gramoxone 1,5-3 litros/ha;
Reglones 2,5-3,5 litros/ha.

2.3.8 COSECHA

CEA (2001) y SÁNCHEZ C. (2003) exponen que la época de la cosecha es la madurez comercial de los tubérculos, cuando el follaje está amarillento, secándose

y cuando el tubérculo está “sisado”, esto quiere decir que el tubérculo no se debe pelar al fraccionarlo con el dedo pulgar. La cosecha puede realizarse en forma manual o mecanizada (cavadora de molinete, cavadora de cadena, etc.), tratando de no lastimar las papas; si las papas no son muy pequeñas, un jornalero cava 10 sacos de 45 kg por día y puede clasificar de 10 a 12 sacos de 45 kg diarios. Indican también que la operación de selección significa separar todos los tubérculos que presentan deformidades, daños, ya sean causados por enfermedades, insectos o por daños mecánicos.

Para la fuente antes mencionada, la clasificación de la papa es una de las actividades más rigurosas sobre todo cuando se trata de papa semilla (cuadro 2); la clasificación para consumo (cuadro 3) se hace en base a:

- La diferenciación de precios al consumidor.
- De acuerdo a sus exigencias
- A los usos determinados que se les da (especialmente en la alimentación).

Cuadro 2. Clasificación de papa para semilla

| | |
|---------|----------|
| Extra | 70 a 90g |
| Primera | 60 a 70g |
| Segunda | 40 a 60g |
| Tercera | 30 a 40g |

Fuente: CEA (2001)

Cuadro 3. Clasificación de papa para consumo

| | |
|---------|-----------|
| Extra | 90 a 250g |
| Primera | 80 a 90g |
| Segunda | 60 a 80g |
| Tercera | 30 a 50g |

Fuente: CEA (2001)

MONDOÑEDO J. *et al* (1990) ha determinado dos tipos; la cosecha temprana y la cosecha de papas maduras.

Cosecha temprana. En el caso de la producción de semillas se efectúa una recolección temprana para evitar que las infecciones fungosas pasen desde las

hojas hacia los tubérculos. De esta manera se obtendrá un producto más sano. En la cosecha temprana, los tubérculos son todavía más pequeños, lo que no afecta la producción de semillas. Además la planta está todavía en pleno desarrollo, por lo tanto tiene un follaje verde y denso, lo que dificulta la cosecha mecánica.

Cosecha de papas maduras. En este caso la maduración se manifiesta por el cese de crecimiento del follaje, las hojas comienzan a ponerse amarillas, se secan y se caen y los tubérculos se desprenden más fácilmente los estolones. Para la cosecha es esencial que el suelo se encuentre seco a fin de que la tierra no adhiera mucho a las papas.

Para FUNDACIÓN DE DESARROLLO AGROPECUARIO (1992), el tiempo para realizar la cosecha depende de la variedad, el manejo agronómico que se haya seguido en el cultivo, las condiciones del terreno y las condiciones climáticas; hay que evitar la cosecha durante los días lluviosos, ya que los tubérculos tienden a podrirse con facilidad.

Una vez realizada la extracción se procede a clasificar el producto. Siempre que haya tiempo disponible es necesario dejar las papas sobre el suelo aproximadamente una a dos horas a fin de que sequen y la tierra adherida a ellas se desprenda fácilmente. En regiones cálidas, no dejar mucho tiempo en el suelo porque tienden a dañarse.

En general para la cosecha de la papa se deben considerar los siguientes aspectos.

- Estado fisiológico del cultivo; como mínimo el 90 % de las plantas deben presentar signos de madurez.
- Realizar muestras con la firmeza de la piel de los tubérculos para evitar las peladuras en la operación.
- Cosechar únicamente en el tiempo seco y con una humedad adecuada para el terreno, el cual no debe estar ni muy seco ni muy húmedo.

- Suspender el riego unos 10-15 días antes de la cosecha.
- Una vez extraídos los tubérculos deben quedarse al aire libre sólo el tiempo necesario.
- El equipo utilizado independientemente si se trata de extracción animal o mecánica, debe estar ajustado apropiadamente para evitar daños a los tubérculos cosechados.
- Las papas son productos perecederos por su alto contenido en agua, por lo que se les debe tratar con cuidado.
- Los tubérculos dañados no deben almacenarse porque son fuente de pudrición.

2.4 VARIEDADES DE PAPAS CULTIVADAS EN EL ECUADOR

ANDRADE H. (1994) afirma que los germoplasmas de papa, cultivadas en el Ecuador están dentro de las nativas o mejoradas.

Nativas: Chola, Bolona y yema de huevo. Mejoradas: INIAP- Santa Catalina (1966), INIAP- María (1980), INIAP-Gabriela (1982), INIAP- Esperanza (11983), INIAP- Fri papa 99 (1995), INIAP- Margarita (1995) INIAP- Rosita (1995), INIAP-Santa Isabel (1995), INIAP-Soledad Cañari (1997), INIAP-suprema (1999), INIAP-Papa Pan (2000) y Santa Cecilia (1976). Esta última no ha sido liberada oficialmente.

En algunos lugares del país tales como Pilahuin se conocen también otras variedades de papas nativas, como moronga, alpargata, durazno, chiguila, tullpa, tabaquera, ratona, cubaleña, entre otras.

INIAP. (2002) señala en los cuadros 4 y 5 rendimientos de variedades nativas y mejoradas.

Cuadro 4. Rendimiento de papa nativa, tonelada por hectárea.

| | | | |
|-------|--------|--------|---------------|
| Chola | Uvilla | Bolona | Yema de huevo |
| 25 | 30 | 30 | 10 |

Fuente: INIAP

Cuadro 5 Rendimiento de variedades mejoradas de papa/ha

| Variedades | Rendimiento t/ha |
|---------------------|------------------|
| I - Sta Catalina | 28 |
| I - María | 35 |
| I - Gabriela | 40 |
| I - Esperanza | 40 |
| I- Fripapa | 37 |
| I - Margarita | 37 |
| I- Rosita | 35 |
| I - Sta. Isabel | 40 |
| I - Soledad Cañarís | 25 |
| I - Sta. Cecilia | 30 |
| I - Papa Pan | 40 |
| I - Suprema | 38 |

Fuente: INIAP

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha desarrollado también las variedades Superchola, Capiro y Fripapa, las mismas que están registradas para ser comercializadas. A estas se suman Estela y Natividad, dos nuevas variedades que se prueban en la zona centro -norte de la Sierra.

En resumen la literatura manifiesta que el cultivo de la patata se originó en la cordillera andina, donde evolucionó y se cruzó con otras plantas silvestres del mismo género, presentando una gran variabilidad. Hoy es uno de los cultivos más importantes en el Ecuador por el valor económico de su producción, para pequeños agricultores.

El rendimiento, la forma y la apariencia de los tubérculos dependen en gran parte de la naturaleza física del suelo; los mejores suelos son los bien drenados, arenosos, que contienen arena y suelos arcillosos que contengan materia orgánica y elementos nutritivos suficientes, con un pH alrededor de 5,5-6; requiere temperaturas de 15 a 20° C para la formación de tubérculos y crecimiento; es una planta termo periódica, con una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10° C. Si la diferencia es menor, el crecimiento y tuberización se ven afectados.

Las papas son gradualmente afectadas por la longitud del día. Durante días largos, el crecimiento vegetativo de las partes superiores, principalmente la elongación de los tallos, se aumentan, mientras que, durante días cortos, los tallos son de tamaño pequeños. Los días largos favorecen, en ciertas variedades, la formación de estolones con ramificaciones largas, que forman tubérculo; mientras que en los días cortos se beneficia la formación de los estolones cortos y se aumenta la formación de tubérculos.

En cuanto a la humedad necesita una continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento, floración y formación de los tubérculos. La cantidad total de agua para el cultivo es de aproximadamente 500 mm. Un exceso de agua al término de la fase de aumento de tamaño, hace que los tubérculos se pudran con facilidad, mientras que su carencia los hace madurar prematuramente.

Con respecto a la fertilización, este cultivo necesita una fertilización equilibrada de acuerdo al análisis de suelo y necesidades del mismo; el elemento nitrógeno es el factor determinante del rendimiento del cultivo, favorece el desarrollo de la parte aérea y subterránea (tubérculos).

El fósforo es esencial para la transferencia de energía, los procesos metabólicos dentro de la planta y para el desarrollo rápido de las raíces. La planta requiere de potasio para producir almidón proporcionándose vigor y desarrollo de los

tubérculos. El rendimiento de las variedades mejoradas es 40-45 t/ha aproximadamente.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en la comuna Zapotal, provincia de Santa Elena, en la finca Agrozaiza, situada en latitud sur 2,5 ° y longitud oeste 80,5 °, a una altura de 47 msnm, desde el 6 de julio hasta el 21 de octubre del año 2009.

3.2 CARACTERÍSTICAS AGROQUÍMICAS DEL SUELO Y AGUA

En el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP - Boliche, se realizaron los análisis de suelo y pasta saturada, (cuadros 6, 7, 1A, 2A, y 3A), las mismas que indican: pH 8,4; conductividad eléctrica 0,2, sodio 1,92 meq/l, potasio 1,56 meq/l, calcio 3,73 meq/l, magnesio 1,30 meq/l, RAS 1,2 y PSI < 1.

También señalan un suelo franco con 43 % de arena, 33 % de limo y 24 % de arcilla; pH 8,6; materia orgánica 1,8 %; nitrógeno 18 ppm, fósforo 32 ppm, potasio 1,84 meq/100ml, calcio 16 meq/100ml. Magnesio 2,1 meq/100 ml, azufre 16 ppm, zinc 1,9 ppm, hierro 19 ppm, manganeso 7,9 ppm, boro 1,01 ppm.

Cuadro 6. Determinación de salinidad de extracto de pasta de suelo

| | | |
|-------------------|------|-------|
| pH | 8,4 | |
| C.E | 0,2 | dS/m |
| Na | 1,92 | meq/l |
| K | 1,56 | meq/l |
| Ca | 3,75 | meq/l |
| Mg | 1,3 | meq/l |
| CO ₃ H | 3,5 | meq/l |
| CO ₃ | 0,5 | meq/l |
| SO ₄ | 2,8 | meq/l |
| Cl | 1,7 | meq/l |
| RAS | 1,2 | |
| PSI | <1 | |

Cuadro 7. Características agroquímicas del suelo

| | | | |
|-----------|-----|-----|--------|
| pH | 8,6 | | Básico |
| Nitrógeno | 18 | Ppm | Bajo |
| Fósforo | 32 | Ppm | Alto |

| | | | |
|--------------------|-------|-----------|-------|
| Potasio | 1,84 | meq/100ml | Alto |
| Calcio | 16 | meq/100ml | Alto |
| Magnesio | 2,1 | meq/100ml | Medio |
| Azufre | 16 | Ppm | Medio |
| Zinc | 1,9 | Ppm | Bajo |
| Cobre | 5,4 | Ppm | Alto |
| Hierro | 19 | Ppm | Bajo |
| Manganeso | 7,9 | Ppm | Medio |
| Boro | 1,01 | Ppm | Alto |
| Materia orgánica | 1,8 | | Bajo |
| Sumatoria de bases | 20,44 | meq/100ml | |

Estas características determinan un suelo no salino, porque la C.E de 0,20 dS/m no afecta el desarrollo y rendimiento del cultivo.

El análisis de agua (cuadro 8, 4A) realizado también en INIAP-BOLICHE mostró los siguientes resultados:

Cuadro 8. Características químicas del agua.

| | | |
|--------------------------------|------|-------|
| pH | 8,4 | |
| C.E. | 378 | uS/cm |
| Ca ⁺⁺ | 2,2 | meq/l |
| Na ⁺ | 1,29 | meq/l |
| Mg ⁺⁺ | 0,82 | meq/l |
| K ⁺ | 0,2 | meq/l |
| Suma de cationes | 4,51 | meq/l |
| CO ₃ ⁼ | N.D. | meq/l |
| CO ₃ H ⁻ | 3.43 | meq/l |
| SO ₄ ⁼ | 0.3 | meq/l |
| Cl ⁻ | 0,5 | meq/l |
| Suma de aniones | 4,2 | meq/l |

Los resultado del análisis indican que el agua es de salinidad moderada con bajo contenido de sodio por lo tanto se puede utilizar para diversos cultivos, propios de la zona.

3.3 CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE EL EXPERIMENTO

En los cuadros 9 y 10, señalan la pluviosidad y temperatura respectivamente. Los meses julio, agosto y septiembre tienen temperaturas bajas, pero no así en octubre, en que la temperatura estuvo alrededor de 23, 83 ° C.

Cuadro 9. Pluviosidad de julio a octubre 2009

| Mes | Pluviosidad (mm) |
|------------|------------------|
| Julio | 0,0 |
| Agosto | 0,0 |
| Septiembre | 0,16 |
| Octubre | 0,0 |
| Total | 0,16 |

3.4 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

3.4.1 Materiales

Bitácora

Cuaderno

Estaquillas

Lápiz

Letreros

Cuadro 10. Temperatura de julio a octubre 2009

| Días | Julio | | | Agosto | | | Septiembre | | | Octubre | | |
|-----------|------------|-------|------------|------------|-------|------------|------------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|
| | 07:00 a.m. | 13 pm | 07:00 p.m. | 07:00 a.m. | 13 pm | 07:00 p.m. | 07:00a.m. | 13pm | 07:00p.m. | 07:00a.m. | 13 pm | 07:00p.m. |
| 1 | 21.4 | 25.8 | 21.9 | | 23.5 | 22.1 | 22.2 | 24.2 | 22.3 | 20 | 22.6 | 19.4 |
| 2 | 21.3 | 24.2 | 22 | | 23 | 21.6 | 21.9 | 23.9 | 21.7 | 19.3 | 22.6 | 19.4 |
| 3 | 20.8 | 24.7 | 21.7 | 19.7 | 25.3 | 21.7 | 21.1 | 23.2 | 21.5 | 19 | 24.1 | 19.8 |
| 4 | 22 | 26.1 | 22.2 | 21.2 | 24.4 | 22 | 20 | 22.3 | 20.4 | 19.8 | 21.8 | 20.2 |
| 5 | 21.3 | 25.1 | 21.7 | 20.8 | 22 | 21.3 | 20.9 | 22.2 | 21.6 | 20.6 | 25.4 | 20.8 |
| 6 | 21.3 | 24.4 | 21.4 | 21.2 | 22.3 | 21.4 | 20.8 | 22.3 | 21 | 20.6 | 24 | 21.3 |
| 7 | 21.3 | 24.7 | 21.3 | 21.5 | 25.8 | 22.5 | 20.2 | 21.8 | 20.7 | 21 | 24.6 | 20.6 |
| 8 | 21.4 | 24.4 | 22.5 | 21.2 | 21.9 | 22 | 20.2 | 21.6 | 20.4 | 20.8 | 24.6 | 21 |
| 9 | 21.5 | 23.2 | 22.1 | 21 | 22.6 | 21.5 | 20 | 22.4 | 20.6 | 20.3 | 22.8 | 20.7 |
| 10 | 21.7 | | | 21.2 | 23.8 | 21.3 | 20 | 21.8 | 21.2 | 19.8 | 22.3 | 20.9 |
| 11 | 21.1 | 27.9 | 24.3 | 20.6 | 22.3 | 21.3 | 20.6 | 25 | 20.8 | 21.4 | 25.2 | 21.2 |
| 12 | 21.8 | 25.4 | 22.5 | 20.6 | 23.9 | 22.2 | 19.7 | 21.4 | 20.4 | 21 | 21.7 | 20.8 |
| 13 | 21.5 | 23.1 | 21.9 | 21.4 | 23.5 | 21.8 | 20.6 | 21.2 | 20.9 | 20 | 23 | 21 |
| 14 | 21.2 | 25.2 | 22.1 | 20.9 | 22.2 | 21.8 | 19.8 | 23.2 | 19.3 | 20.3 | 24.9 | 21.2 |
| 15 | 21.4 | 25.3 | 22 | 20.9 | 22.3 | 21.7 | 20.1 | 22.8 | 20 | 21 | 21.6 | 20.1 |
| 16 | 21.5 | 24.4 | 21.6 | 20.8 | 22.7 | 21.8 | 19.6 | 21.2 | 19.4 | 20.5 | 23.3 | 20.6 |
| 17 | 21.8 | 24.5 | 21.5 | 20.8 | 22.9 | 22.1 | 19 | 22.4 | 20.8 | 20.1 | 21.9 | 20.9 |
| 18 | 21.5 | 23 | 21.2 | 21.9 | 23 | 21.8 | 19.8 | 21.8 | 20.9 | 20.6 | 21.1 | 20 |
| 19 | 21.2 | 22.6 | 21.2 | 21.3 | 22.6 | 21.8 | 20.6 | 25.3 | 21 | 20.4 | 21.6 | 20.2 |
| 20 | 21 | 22.9 | 21 | 21.2 | 22.1 | 20.9 | 20.6 | 23.3 | 20.3 | 19.6 | 21.6 | 20 |
| 21 | 20.6 | 25.2 | 21.2 | 20.4 | 21.5 | 21.6 | 19.8 | 23.2 | 20.7 | 21.5 | 22.2 | 21.4 |
| 22 | 20.6 | 25.4 | 22.1 | 21.3 | 24.2 | 21.5 | 19 | 22.7 | 19.4 | 21.8 | 25.2 | 22 |
| 23 | 20.4 | 25.2 | 21.3 | 21.2 | 22.9 | 21 | 19.1 | 21.9 | 19.5 | 21.6 | 22.4 | 21.6 |
| 24 | 20.4 | 23.5 | 20.8 | 19.9 | 23.3 | 21.1 | 19.2 | 21.1 | 19.5 | 20.8 | 22.9 | 21.2 |
| 25 | 20.8 | 23.4 | 21.2 | 21 | 23.8 | 21.5 | 19.5 | 21.3 | 19.4 | 21.6 | 23.2 | 21.4 |
| 26 | 20.9 | 23 | 21.5 | 20.5 | 22.5 | 21.3 | 18.8 | 20.2 | 19.2 | 21.1 | 22.2 | 21.6 |
| 27 | 21.5 | 23.8 | 21.3 | 30.3 | 23.7 | 21.8 | 19.2 | 21.2 | 19.6 | 20.6 | 22 | 21.8 |
| 28 | 21.7 | 22.5 | 21.4 | 30.8 | 20.2 | 18.8 | 19.6 | 23.2 | 19.6 | 21.8 | 23.3 | 21.1 |
| 29 | 21.2 | 22.3 | 21.4 | 21.2 | 25.2 | 21.7 | 19.4 | 22.8 | 19.6 | 22.2 | 23.6 | 21.4 |
| 30 | 21.1 | 22.6 | 21.7 | 21.3 | 22.2 | 20.8 | 19.4 | 21.2 | 19 | 22.5 | 24 | 22.5 |
| Promedios | 21.24 | 24.27 | 21.72 | 21.65 | 23.05 | 21.52 | 20.02 | 22.40 | 20.36 | 20.72 | 23.06 | 20.87 |

Fuente: Centro meteorological UPSE

3.4.2 Herramientas

Azadón

Cinta métrica

Lupa

Machete

Palas

Pico

Piolas

Pinturas

Rastrillo

3.4.3 Equipos

Balanza

Bomba de mochila

Cámara fotográfica

Calibrador

Cintas de riego

Conectores

Llave de paso

Válvula

3.5 GERMOPLASMAS

El cuadro 11, indica características de los germoplasmas, según descriptores de INIAP.

Cuadro 11. Características agronómicas de variedades de papa.

| Características | Variedades | | | |
|----------------------------|---|---|---|--|
| | Fripapa | Estela | Natividad | Superchola |
| Genética | Material mejorado del CIP, pedigrí 381397.36 por I-1039. | Cruzamiento entre la variedad Super chola con un híbrido yema de huevo (<i>S. phureja</i>). y la especie silvestre <i>S. pausissectum</i> | Cruzamiento entre la variedad I-Gabriela con un híbrido entre yema de huevo (<i>S. phureja</i>) y la especie silvestre <i>S. pausissectum</i> | Cruce genético de Curipamba negra por <i>Solanum demissum</i> por clon resistente, con comida amarilla por chola seleccionada. |
| Días a la floración | 104 | 78 | 70-90 | 140 |
| Altura de planta | 1, 20 (m) | 0,75- 1,20(m) | 0,70 -120 (m) | 1,20 |
| Días a la cosecha | 171 | 145 -160 | 145 - 170 | 180 |
| Habito de crecimiento | Semirrecto | Semirrecto | Erecto | Semirrecto |
| Tipo de planta | Andigena/Tuberosum | Andigena/Tuberosum | Andigena/Tuberosum | Andigena/Tuberosum |
| Enfermedades | Tolerante a oidium - lancha | Resistente al tizón tardío | Resistente al tizón tardío | Susceptible a la lancha |
| Rendimiento kg/ pl | 2,3 | 1,2 -2,0 | 1,0 - 2 | 1,1 |
| Tubérculos/ pl | 22 | 15 - 22 | 20 -25 | 20 |
| Rendimiento/tn/ha | 47 | 41 | 29 | 12,5 |
| Características de calidad | Materia seca 23,9 por ciento; azúcares reductor 0,12 %; almidón 18,40 %; proteína 8,32 %. Se la cataloga de buena calidad culinaria | Materia seca 22 por ciento; azúcares reductores 0,027 %; almidón 69,13%; proteína 10,15. | Materia seca 19,92 por ciento; azúcares reductores 0,28 por ciento; almidón 16 por ciento; proteína 9,15 por ciento. | Materia seca 20,92 por ciento; azúcares reductores 0,25 por ciento; almidón 15,02 por ciento; proteína 7,94 por ciento. |

Fuente INIAP

3.6 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó dos experimentos. Uno con riego por gravedad y el otro, por goteo, utilizando el diseño bloques completamente al azar con arreglo factorial 4x2; el factor A son 4 variedades de papa, el factor B dos dosis de nitrógeno, con 4 replicas, es decir 34 unidades experimentales para cada experimento. Los niveles de nitrógeno fueron N₁₅₀ y N₂₀₀. Solo la variable rendimiento fue analizado como un tri factorial, donde el factor A son dos sistemas de riego; el Factor B, las variedades y el Factor C, dosis de nitrógeno.

Los resultados fueron sometidos al análisis de la varianza mediante el estadístico F y sus medias comparadas mediante la prueba de Tukey al 5 % El sistema de tratamientos, iguales en los dos experimentos, está señalado en el cuadro 12 y los grados de libertad en el 13.

Cuadro. 12 Sistema de tratamiento

| Tratamientos | Factor A Variedades | Factor B Niveles de nitrógeno | Nomenclatura |
|--------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| T1 | Fripapa | N ₁₅₀ | V ₁ N ₁ |
| T2 | | N ₂₀₀ | V ₁ N ₂ |
| T3 | Estela | N ₁₅₀ | V ₂ N ₁ |
| T4 | | N ₂₀₀ | V ₂ N ₂ |
| T5 | Natividad | N ₁₅₀ | V ₃ N ₁ |
| T6 | | N ₂₀₀ | V ₃ N ₂ |
| T7 | Superchola | N ₁₅₀ | V ₄ N ₁ |
| T8 | | N ₂₀₀ | V ₄ N ₂ |

Cuadro 13. Grados de libertad del experimento.

| Fuentes de variación | Grados de libertad |
|---------------------------|--------------------|
| Total | 31 |
| Tratamientos | (7) |
| Bloques | 3 |
| Factor A, variedades | 1 |
| Factor B, dosis nitrógeno | 3 |
| Interacción A* B | 3 |
| Error experimental | 21 |

3.7 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

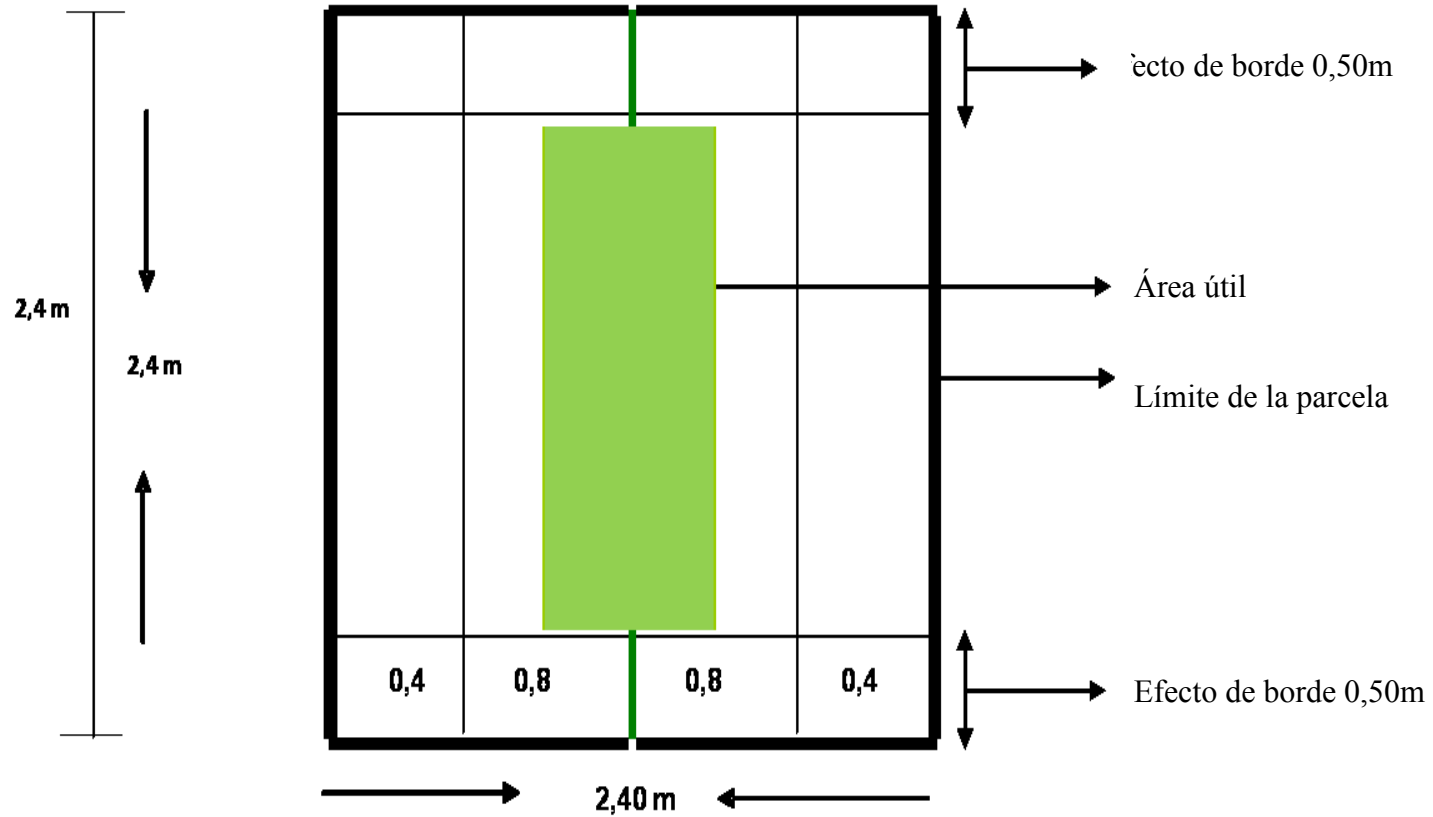
| | |
|--|----------------------------|
| Diseño experimental..... | DBCA con arreglo factorial |
| Número de tratamientos..... | 8 |
| Número de repeticiones..... | 4 |
| Número total de parcelas..... | 32 |
| Área total de la parcela..... | 5,76 m ² |
| Área útil de la parcela | 1,92 m ² |
| Área del bloque | 99,2 m ² |
| Área útil del bloque..... | 15,36m ² |
| Efecto de borde..... | 1m |
| Distancia de siembra..... | 0.80 x 0.30 |
| Longitud del surco..... | 2,4 m |
| Número de planta por sitio..... | 1 semilla |
| Número de planta por surco..... | 8 plantas |
| Número de planta por parcela..... | 24 plantas |
| Número de planta por experimento..... | 768 plantas |
| Forma de la parcela..... | Cuadrada |
| Distancia entre parcelas..... | 0,80 m |
| Distancia entre bloques..... | 1,5m |
| Distancias al cerramiento experimental por los 4 lados | 3m |
| Área útil del ensayo..... | 61,44 m ² |
| Área neta del ensayo..... | 184,32 m ² |
| Área total del ensayo..... | 619, 08 m ² |

La distribución de los tratamientos en el campo de los dos experimentos lo presenta la figura 1 y la disposición de las parcelas experimentales, la figura 2.



Fig. 2. Distribución de los tratamientos en el campo, riego por gravedad.

* Los tratamientos bajos el sistema de riego por goteo, tienen las mismas distribución



Área total:
 Área útil de la parcela = $0,80 \cdot 2,40 = 1,92 \text{ m}^2$

Fig. 3. Diagrama de la parcela experimental

3.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.8.1 Preparación del suelo

Consistió en un pase de arado y dos de rastra con el objetivo de dejar bien mullido el suelo, para que el tubérculo se desarrolle normalmente, delimitándose el área del ensayo según el diseño experimental.

3.8.2 Siembra

De acuerdo a cada tratamiento, se depositó un tubérculo en cada sitio, a una distancia de 80 cm entre surcos y 30 cm entre planta.

3.8.3 Control de malezas

Manual; de acuerdo a la incidencia de malezas que se presentó en el cultivo fueron necesarios tres controles

3.8.4 Riego

Se manejó dos tipos de riego, por goteo y por gravedad; frecuencia de riego de acuerdo a la necesidad del cultivo y las condiciones climáticas. El cultivo por gravedad, con surcos de 10 cm de profundidad y 2,4 m de largo, aplicando un total de 60 litros por surco; siendo la cantidad total de agua 5 625 m³/ha.

En el riego por goteo las parcelas tenían las mismas medidas de las parcelas del sistema de riego por gravedad; se utilizó mangueras de 16 milímetros de diámetro con gotero a 30 cm de distancia con un caudal de 2 lt/ha. Frecuencia de riego, cada 2 días; siendo la cantidad total 4 000 m³/ha.

3.8.5 Control fitosanitario

Hubo presencia de mosca blanca, negrita, trips, ácaros, gusano perforador. Entre

las enfermedades causada por los hongos *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora infestans*. El cuadro 14 muestra los agroquímicos utilizados en el experimento en cada aplicación, de acuerdo a la presencia de plaga y enfermedades en las diferentes etapas del cultivo

Cuadro 14. Control fitosanitario

| Número aplicación | Productos | Ingrediente Activo | Plagas | Dosis 400 lt agua |
|-------------------|------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1 | Rescate | Acetamiprid | Negrita, mosca blanca | 0,2 kg |
| | Amistar | Azoxistobina | Lancha | 1 kg |
| 1 | Omite | Propargite | Ácaros | 1kg |
| | Avalancha | Metalaxil – M | Lancha | 3 kg |
| | Actara | Thiamethoxam | Negrita ,mosca blanca | 0,3 kg |
| 1 | Fixer Plus | Acidos orgánicos | Regulador de pH | 0,1 l |
| | Omite | Propargite | Ácaros | 2 k g |
| | Cyperpac | Cipermetrina | Gusanos perforador, trips | 0,3 l |
| 1 | Omite | Propargite | Ácaro | 2 kg |
| | Avalancha | Metalaxil – M | Lancha | 2 kg |
| | Fixer Plus | Ácidos orgánicos | Regulador de pH | 0,1l |
| | Agral | Oxido Nonilfenoletileno | Fijador | 0,1 l |
| | Verlaq | Abamectrina | Trips | 0,3 l |
| 1 | Actara | Thiamethoxam | Negrita ,mosca blanca, trips | 0,3 kg |
| | Fixer Plus | Ácidos orgánicos | Regulador de pH | 0,1 l |
| | Vitavax | Carboxin más captan | Protección del tubérculo | 1 kg |
| | Agral | Oxido nonilfenoletileno | Fijador | 0,1 l |
| 1 | Fixer Plus | Ácidos orgánicos | Regulador de pH | 0,1 l |
| | Avalancha | Metalaxil - M | Lancha | 2 kg |
| | Actara | Thiamethoxam | Negrita , mosca Blanca, Trips | 0,3 kg |
| | Agral | Oxido nonilfenoletileno | Fijador | 0,1 l |

3.8.6 Fertilización

Las dosis de nitrógeno fueron aplicadas sobre una base de P₁₅₀ y K₁₀₀, cuadro 15, junto con el fosforo también están incluidas 50 kg de nitrógeno y 50 kg de potasio. Lo restante se aplicó a los 16, 34 y 53 días, respectivamente utilizando como fuente de nitrógeno y potasio, nitrato de potasio y sulfato de amonio. Por ejemplo a la dosis N₁₅₀, a los 16 días por cada planta se destinó 3,26 g; a los 34 días, 3,26 g y a los 53 días, 3,26 g de sulfato de amonio.

3.8.7 Aporque

Se realizó a los 30, 45 y 60 días después de la siembra en forma manual utilizando azadón y pala con el fin de cubrir los estolones, que no reciban la luz solar y sirvan como soporte a la planta.

3.8.8 Cosecha

Cosecha manual, con la ayuda de machete y palas jardineras, tomando como referencia el follaje amarillento, secándose y cuando el tubérculo estuvo “sisado”, es decir no se pele al fraccionarlo con el dedo pulgar.

3.9 VARIABLES EXPERIMENTALES

3.9.1 Porcentaje de germinación

Determinado a los 45 días después de la siembra, contando el número de planta emergida en relación con el número de semillas sembradas en cada parcela del experimento.

3.9.2 Altura de la planta a los 60 y 90 días

Medida desde la base de la planta hasta el ápice con la ayuda de una cinta métrica, de 8 plantas del área útil de cada tratamiento y repetición.

Cuadro 15. Dosis de nitrógeno de cada tratamiento por planta, parcela, hectárea en las diferentes etapas.

| Tratamientos | Factor B | Siembra | | | | 16 días | | | | 34 días | | | | 53 días | | | |
|--------------|------------------|--------------|--------|---------|-------|---|---------|---------|--------|---|--------------------|---------------------|-------------------|---|--------|---------|--------|
| | | Fertilizante | Planta | Parcela | kg/ha | Fertilizantes | Planta | Parcela | kg/ha | Fertilizante | Planta | Parcela | kg/ ha | Fertilizantes | Planta | Parcela | kg/ha |
| T1 | N ₁₅₀ | 10- 30-10 | 12 g | 288 g | 500 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 3, 26 g | 78,24 g | 135,86 | K ₂ NO ₃ + (NH ₄) ₂ SO ₄ | 2,66 g + 3,26 g | 63,84 g + 78,24g | 111,1 + 135,86 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 3,26 g | 78,24 g | 135,86 |
| T2 | N ₂₀₀ | 10- 30-10 | 15,99 | 383,76 | 666,6 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 4,69 | 112,56 | 195,83 | K ₂ NO ₃ + (NH ₄) ₂ SO ₄ | 1,78 + 4,69 | 42,72 + 112,56 | 74,22 + 195,83 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 4,69 | 112,56 | 195,83 |
| T3 | N ₁₅₀ | 10- 30-10 | 12 g | 288 g | 500 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 3,26 | 78,24 | 135,86 | K ₂ NO ₃ + (NH ₄) ₂ SO ₄ | 2,66 + 3,26 | 63,84 + 78,24 | 111,1 + 135,86 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 3,26 | 78,24 | 135,86 |
| T4 | N ₂₀₀ | 10- 30-10 | 15,99g | 383,76g | 666 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 4,69 | 112,56 | 195,83 | K ₂ NO ₃ + (NH ₄) ₂ SO ₄ | 1,78 + 4,69 | 42,72 + 112,56 | 74,22 + 195,83 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 4,69 | 112,56 | 195,83 |
| T5 | N ₁₅₀ | 10- 30-10 | 12 g | 288 g | 500 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 3,26 | 78,24 | 135,86 | K ₂ NO ₃ + (NH ₄) ₂ SO ₄ | 2,66 + 3,26 | 63,84 + 78,24 | 111,1 + 135,86 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 3,26 | 78,24 | 135,86 |
| T6 | N ₂₀₀ | 10- 30-10 | 15,99g | 383,76g | 666 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 4,69 | 112,56 | 195,83 | K ₂ NO ₃ + (NH ₄) ₂ SO ₄ | 1,78 + 4,69 | 42,72 + 112,56 | 74,22 + 195,83 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 4,69 g | 112,56 | 195,83 |
| T7 | N ₁₅₀ | 10- 30-10 | 12 g | 288 g | 500 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 3,26 | 78,24 | 135,86 | K ₂ NO ₃ + (NH ₄) ₂ SO ₄ | 2,66 + 3,26 | 63,84 + 78,24 | 111,1 + 135,86 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 3,26 g | 78,24 | 135,86 |
| T8 | N ₂₀₀ | 10- 30-10 | 15,99g | 383,76g | 666 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 4,69 | 112,56 | 195,83 | K ₂ NO ₃ + (NH ₄) ₂ SO ₄ | 1,78 + 4,69 | 42,72 + 112,56 | 74,22 + 195,83 | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 4,69 g | 112,56 | 195,83 |

3.9.3 Número de tubérculos por planta

Número de tubérculos de cada planta en el área útil de cada parcela de los tratamientos.

3.9.4 Días a la cosecha

Días en que el tubérculo obtuvo su madurez comercial en cada uno de los tratamientos.

3.9.5 Peso del fruto

Peso de los tubérculos de cada planta, tomada con ayuda de una balanza mecánica y expresada en gramos.

3.9.6 Rendimiento por hectárea

Todos los pesos obtenidos en el área útil, derivados en kilogramos por hectárea.

3.10 ANÁLISIS ECONÓMICO

Comprende un análisis de los costos de producción y su comparación con los de la Sierra, mediante la relación beneficio costo.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN, RIEGO POR GRAVEDAD

Los cuadros 16 y 5A indican que el mayor porcentaje de germinación presentaron las variedades INIAP – Fripapa e INIAP – Estela.

Cuadro 16. Porcentaje de germinación, riego por gravedad, Zapotal julio del 2009

| Factor A Tratamientos | Promedios |
|--|-----------|
| T ₁ Fripapa N ₁₅₀ | 88,53 |
| T ₂ Fripapa N ₂₀₀ | 95,80 |
| T ₃ Estela N ₁₅₀ | 92,65 |
| T ₄ Estela N ₂₀₀ | 92,68 |
| T ₅ Natividad N ₁₅₀ | 71,85 |
| T ₆ Natividad N ₂₀₀ | 70,80 |
| T ₇ Superchola N ₁₅₀ | 76,55 |
| T ₈ Superchola N ₂₀₀ | 64,55 |
| Promedio general | 81.68 |

4.1.2 ALTURA DE PLANTAS A LOS 60 DÍAS, RIEGO POR GRAVEDAD

Los cuadros 17 y 6A presentan los resultados de altura a los 60 días expresados en centímetros. El análisis de la varianza (cuadro 7A), señala diferencia significativa únicamente entre las variedades (factor A); la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error indica que las variedades Estela y Natividad forman un grupo estadístico y las variedades Fripapa y Superchola, otro. En resumen la variedad Natividad obtuvo la altura más alta y la variedad Superchola, la menor.

En el factor B, todas las variedades con la dosis N₁₅₀ presentaron mayor desarrollo, comparado con N₂₀₀, a excepción de Fripapa que con la dosis N₂₀₀ fue

superior. El coeficiente de variación es 19,53 %, con un promedio general 69,19 cm.

Cuadro 17. Altura de planta a los 60 días, variedades por dosis de nitrógeno, cm. Riego por gravedad, Zapotal julio 2009

| Factor A Variedades | Factor B | | Medias factor A |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ | |
| Natividad | 94,72 | 77,78 | 86,25 a |
| Estela | 85,16 | 80,85 | 83,00 a |
| Fripapa | 49,88 | 64,41 | 57,14 b |
| Superchola | 56,49 | 44,21 | 50,35 b |
| Media factor B | 71,56 | 66,81 | 69,19 |

C.V. = 19,53 %

Tukey = 18,54

4.1.3 ALTURA DE PLANTAS A LOS 90 DÍAS, RIEGO POR GRAVEDAD.

Los resultados de esta variable están detallados en los cuadros 18 y 8A. El análisis de varianza (cuadro 9A) encontró diferencias significativas solo en las variedades.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error, señala tres grupos estadísticos. La variedad INIAP – Natividad obtuvo la mejor altura de planta con relación a las demás. Con respecto a la dosis de nitrógeno a los 90 días después de la siembra, el ritmo de crecimiento fue similar a los 60 días, confirmando la influencia de N₁₅₀ en el desarrollo de las plantas. El coeficiente de variación es 19,32 % con un promedio general 88,65 cm.

Cuadro 18. Altura de planta a los 90 días, variedades por dosis de nitrógeno, cm. Riego por gravedad, Zapotal julio 2009

| Factor A Variedades | Factor B | | Medias factor A |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ | |
| Natividad | 112,69 | 102,82 | 107,75 a |
| Estela | 101,38 | 93,1 | 97,24 ab |
| Fripapa | 80,44 | 82,82 | 81,63 bc |
| Superchola | 76,19 | 59,83 | 68,01 c |
| Medias factor B | 92,67 | 84,64 | 88,66 |

C.V. = 19,32 %

Tukey = 23,88

4.1.4 DÍAS A LA FLORACIÓN, RIEGO POR GRAVEDAD

Los días a la floración, al ser una variable discreta, no se sometieron al análisis de la varianza. El cuadro 19, expresa los promedios redondeados de cada tratamiento destacándose la variedad Fripapa y Natividad que con la dosis N₁₅₀ floreció a los 37 días; las demás variedades, están por debajo de los descriptores del INIAP.

Cuadro 19. Días a la floración, variedades por dosis de nitrógeno, riego por gravedad, Zapotal julio 2009

| Tratamientos | Bloques | | | | Medias |
|-----------------------------|---------|----|-----|----|--------|
| | I | II | III | IV | |
| Fripapa N ₁₅₀ | 34 | 35 | 39 | 38 | 37 |
| Fripapa N ₂₀₀ | 38 | 44 | 41 | 43 | 42 |
| Estela N ₁₅₀ | 34 | 38 | 37 | 39 | 37 |
| Estela N ₂₀₀ | 40 | 42 | 45 | 43 | 43 |
| Natividad N ₁₅₀ | 48 | 50 | 52 | 49 | 50 |
| Natividad N ₂₀₀ | 45 | 49 | 47 | 48 | 47 |
| Superchola N ₁₅₀ | 56 | 64 | 60 | 52 | 58 |
| Superchola N ₂₀₀ | 56 | 58 | 57 | 57 | 57 |

4.1.5 NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA, RIEGO POR GRAVEDAD

En lo referente al número de tubérculo por planta, se puede observar en los cuadros 20 y 10A, que el mayor promedio 8,07 fue para la variedad Estela con la dosis N₁₅₀ seguido por la variedad Fripapa con un promedio de 6,99 con N₂₀₀. Las otras variedades en ambas dosis de nitrógeno presentaron menor número de tubérculos por plantas.

El análisis de la varianza (11A) indica que no existe diferencia significativa entre las variedades, en la dosis de nitrógeno y en la interacción A x B.

Cuadro 20. Número de tubérculos, variedades por dosis de nitrógeno.

Zapotal julio 2009

| Factor A Variedades | Factor B | | Medias factor A |
|---------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ | |
| Fripapa | 5,35 | 6,99 | 6,17 |
| Estela | 8,07 | 6,36 | 7,22 |
| Natividad | 6,56 | 5,27 | 5,91 |
| Superchola | 4,75 | 5,75 | 5,25 |
| Media factor B | 6,18 | 6,09 | 6,14 |

C.V. = 29.85%

4.1.6 PESO DE TUBÉRCULOS, GRAMOS POR PLANTA, RIEGO POR GRAVEDAD

Los cuadros 21 y 12A muestran el peso de los tubérculos del área útil obtenido en cada variedad, indicando que Estela obtuvo 187,86 g, con la dosis N₁₅₀, seguida por Fripapa que con la dosis N₂₀₀ alcanzó 160,12 g; la variedad con menor peso fue Superchola 63,75g con la dosis N₁₅₀.

Según el análisis de la varianza (13A) existe diferencia significativa entre las variedades; la prueba de Tukey indica que existen 3 grupos estadísticos. La variedad Estela forma el primer grupo con la variedad Fripapa; ésta con Natividad forman el segundo grupo; por último Natividad forma el tercer grupo con Superchola.

Cuadro 21. Peso de tubérculos g, variedades por dosis de nitrógeno.

Zapotal julio 2009

| Factor A Variedades | Factor B | | Medias factor A |
|---------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ | |
| Estela | 187,86 | 156,39 | 172,12 a |
| Fripapa | 127,93 | 160,12 | 144,03 ab |
| Natividad | 91,67 | 107,08 | 99,37 bc |
| Superchola | 63,75 | 91,64 | 77,69 c |
| Media factor B | 117,80 | 128,81 | 123,30 |

C.V. = 28,96%

Tukey = 49,8013

4.1.7 RENDIMIENTO, TONELADAS POR HECTÁREA, RIEGO POR GRAVEDAD

Los cuadros 22, 14A y 15A indican el rendimiento por hectárea expresados en toneladas; la variedad Estela presentó mayor rendimiento 7,70 ton con N₁₅₀ y 6,42 ton con N₂₀₀, seguido por Fripana 6,57 ton con N₂₀₀; la Superchola obtuvo el menor promedio 2,62 ton con N₁₅₀.

Según el análisis de la varianza (15A) existe diferencia significativa entre las variedades; la prueba de Tukey indica que existen tres grupos estadísticos.

Cuadro 22. Rendimiento toneladas por hectárea, riego por gravedad, Zapotal julio 2009

| Factor A Variedades | Factor B | | Medias factor A |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ | |
| Estela | 7,70 | 6,42 | 7,06 a |
| Fripana | 5,24 | 6,57 | 5,90 ab |
| Natividad | 3,76 | 4,39 | 4,08 bc |
| Superchola | 2,62 | 3,76 | 3,19 c |
| Medias factor B | 4,83 | 5,28 | 5,06 |

C.V. = 28,93%

Tukey = 2,0403

4.1.8 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN, RIEGO POR GOTEO

Los cuadros 23 y 16A indican que el mayor porcentaje de germinación presentaron las variedades INIAP – Fripana e INIAP – Estela.

**Cuadro 23. Porcentaje de germinación, riego por goteo,
Zapotal julio 2009**

| Factor A Variedades | | Promedios |
|------------------------|------------------|-----------|
| Fripapa | N ₁₅₀ | 93.73 |
| Fripapa | N ₂₀₀ | 83.30 |
| Estela | N ₁₅₀ | 83.33 |
| Estela | N ₂₀₀ | 88.50 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 85.38 |
| Natividad | N ₂₀₀ | 81.23 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 56.25 |
| Superchola | N ₂₀₀ | 66.63 |
| Promedio general = | | 79.79 |

4.1.9 ALTURA DE PLANTAS A LOS 60 DIAS, RIEGO POR GOTEO

Los cuadros 24 y 17A, presentan los resultados de esta variable expresados en centímetros. El análisis de la varianza (cuadro 18A) señala que no existe diferencia significativa entre los niveles de los factores A y B, ni en la interacción A x B, es decir todos tienen medias poblacionales iguales.

El coeficiente de variación es 27,89 %.

**Cuadro 24. Altura de planta a los 60 días, variedades por dosis de nitrógeno,
cm. Riego por goteo, Zapotal julio 2009**

| Factor A Variedades | Factor B | | Medias factor A |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ | |
| Fripapa | 75,13 | 60,03 | 67,58 |
| Estela | 55,85 | 82,04 | 68,94 |
| Natividad | 60,25 | 76,38 | 68,32 |
| Superchola | 86,91 | 81,38 | 84,14 |
| Medias factor B | 69,53 | 74,96 | 72,24 |

C.V. = 27.89 %

4.1.10 ALTURA DE PLANTAS A LOS 90 DÍAS, RIEGO POR GOTEO

Los cuadros 25 y 19A muestran que la variedad que presentó mayor altura fue INIAP- Superchola con 106,72 cm con la dosis N₁₅₀ y con la dosis N₂₀₀, 103,69

cm; seguido por la V2 (INIAP- Estela) con 105,97 cm con la dosis N₂₀₀; ésta misma variedad presentó menor desarrollo con la dosis N₁₅₀, 72,53 cm.

El análisis de la varianza (cuadro 20A) señala que no existe diferencia significativa entre los niveles de los factores A y B, ni en la interacción A x B. El coeficiente de variación es 21,87 %

Cuadro 25. Altura de planta a los 90 días, variedades por dosis de nitrógeno, cm. Riego por goteo, Zapotal julio 2009

| Factor A Variedades | Factor B | | Medias factor A |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ | |
| Fripapa | 97,38 | 80,32 | 88,85 |
| Estela | 72,54 | 105,97 | 89,25 |
| Natividad | 81,31 | 91,97 | 86,64 |
| Superchola | 106,72 | 103,69 | 105,21 |
| Medias factor B | 89,49 | 95,00 | 92,49 |

C.V. = 21.87%

4.1.11 DÍAS A LA FLORACIÓN, RIEGO POR GOTEO

El cuadro 26, expresa los promedios redondeados de cada tratamiento destacándose la variedad Fripapa y Natividad que con la dosis N₁₅₀ floreció a los 40 días; los demás tratamientos de igual forma están por debajo de los descriptores del INIAP.

Cuadro 26. Días de la floración, variedades por dosis de nitrógeno, riego por goteo, Zapotal julio 2009

| Tratamientos | Bloques | | | | Media |
|-----------------------------|---------|----|-----|----|-------|
| | I | II | III | IV | |
| Fripapa N ₁₅₀ | 38 | 41 | 38 | 43 | 40 |
| Fripapa N ₂₀₀ | 41 | 45 | 45 | 49 | 45 |
| Estela N ₁₅₀ | 39 | 42 | 44 | 45 | 43 |
| Estela N ₂₀₀ | 46 | 46 | 49 | 49 | 48 |
| Natividad N ₁₅₀ | 49 | 53 | 48 | 49 | 50 |
| Natividad N ₂₀₀ | 47 | 45 | 49 | 49 | 48 |
| Superchola N ₁₅₀ | 55 | 60 | 60 | 60 | 59 |
| Superchola N ₂₀₀ | 59 | 63 | 65 | 65 | 63 |

4.1.12 NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA, RIEGO POR GOTEO

Los cuadros 27 y 21A, detallan los resultados de esta variable. El análisis de la varianza (cuadro 22A) demuestra que existe diferencia significativa entre las variedades. La prueba de Tukey señala que existen 2 grupos estadísticos.

Cuadro 27. Número de tubérculos por planta, variedades por dosis de nitrógeno, riego por goteo. Zapotal, julio 2009

| Factor A Variedades | Factor B | | Medias factor A |
|---------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ | |
| Estela | 13,31 | 10,19 | 11,75 a |
| Natividad | 8,30 | 10,29 | 9,29 ab |
| Fripapa | 9,78 | 8,59 | 9,18 ab |
| Superchola | 6,50 | 6,02 | 6,26 b |
| Medias factor B | 9,47 | 8,77 | 9,12 |

C.V. = 35.71 %

Tukey = 4,54

4.1.13 PESO DE TUBÉRCULOS, GRAMOS POR PLANTA, RIEGO POR GOTEO

Los cuadros 28, 23A y 24A, muestran los pesos de tubérculos obtenidos en cada variedad ; Estela obtuvo 378,30 g con N₁₅₀ y 361,27 g con N₂₀₀ seguido por Fripapa que alcanzó 258,33 g con N₁₅₀ y 271,65 g con N₂₀₀; la variedad que menor producción presentó fue Superchola, 89,37 g con N₁₅₀.

El análisis de la varianza (24A) y la Prueba de Tukey, determinaron que existen diferencias significativas entre las variedades presentando tres grupos estadísticos.

Cuadro 28. Peso de tubérculos por planta, variedades por dosis de nitrógeno, g riego por goteo Zapotal julio 2009

| Factor A Variedades | Factor B | | Medias factor A |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ | |
| Estela | 378,30 | 361,27 | 369,78 a |
| Fripapa | 258,33 | 271,65 | 264,99 b |
| Natividad | 116,05 | 183,75 | 149,90 c |
| Superchola | 89,37 | 173,95 | 131,66 c |
| Media factor B | 210,51 | 247,65 | 229,08 |

C.V. = 30.75%

Tukey = 98.2491

4.1.14 RENDIMIENTO, TONELADAS POR HECTÁREA, RIEGO POR GOTEO

Los cuadros 29 y 25A muestran el rendimiento toneladas por hectárea; el mayor promedio fue para la variedad Estela 15,51 ton con N₁₅₀ y 14,81 ton con N₂₀₀; el segundo lugar para Fripapa 11,14 con N₂₀₀ y 10,34 ton con N₁₅₀. La variedad Superchola presentó el menor rendimiento.

El análisis de la varianza (26A) y la Prueba de Tukey, determinaron que existen diferencias significativas entre las variedades presentando tres grupos estadísticos.

Cuadro 29. Rendimiento toneladas por hectárea, riego por goteo, Zapotal julio2009

| Factor A Variedades | Factor B | | Medias factor A |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ | |
| Estela | 15,51 | 14,81 | 15,16 a |
| Fripapa | 10,34 | 11,14 | 10,74 b |
| Natividad | 4,75 | 7,53 | 6,14 c |
| Superchola | 3,66 | 7,13 | 5,40 c |
| Media factor B | 8,56 | 10,15 | 9,36 |

C.V. = 31,07 %

Tukey = 4,0570

4.1.15 ANÁLISIS DE LA VARIANZA, RENDIMIENTO, VARIEDADES, SISTEMAS DE RIEGO Y DOSIS DE NITRÓGENO.

El cuadro 30 muestra el análisis de la varianza sistemas de riego por variedades por dosis de nitrógeno; determina diferencias significativas en el factor A (variedades) y en la interacción A x B (variedades por dosis de nitrógeno). Esto corrobora la tendencia de las fuentes de variación cuando se lo analiza de forma separada

Cuadro 30. Análisis de la varianza, rendimiento, variedades, sistemas de riego y dosis de nitrógeno t/ha, Zapotal julio 2009

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F | P f | |
|---------------------|----|---------|--------|--------|-------|----|
| Bloques | 3 | 0,88 | 0,29 | 0,0590 | 0,98 | NS |
| Factor A | 1 | 300,98 | 300,97 | 60,327 | 0,000 | * |
| Factor B | 3 | 472,28 | 157,42 | 31,55 | 0,000 | * |
| Factor C | 1 | 15,63 | 15,63 | 3,133 | 0,080 | NS |
| A x B | 3 | 96,87 | 32,29 | 6,472 | 0,001 | * |
| A x C | 1 | 4,59 | 4,59 | 0,921 | 0,656 | NS |
| B x C | 3 | 24,71 | 8,24 | 1,650 | 0,190 | NS |
| A x B x C | 3 | 6,36 | 2,12 | 0,424 | 0,740 | NS |
| Error | 45 | 224,51 | 4,98 | | | |
| Total | 63 | 1146,82 | | | | |

C.V. = 30,91

NS = No significativo

* = significativo al 5 % de probabilidad

4.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico (cuadros 31 y 32) comprende el costo de producción parcial, costo de los tratamientos, costo financiero, rendimiento por hectárea, ingreso bruto y la relación beneficio/costo. En el sistema por gravedad, el mayor costo de producción corresponde al tratamiento cuatro, donde se utilizó mayor

cantidad de semillas, \$ 3 979.52, seguido del tratamiento dos y seis \$ 3 893.25; el tratamiento siete presentó el menor costo \$ 3 695.62.

En el sistema riego por goteo también el mayor costo de producción corresponde al tratamiento cuatro, con un costo de \$ 4 103.06, seguido del tratamiento dos y seis \$ 4 016.80; el tratamiento siete presentó el menor costo con \$ 3,759.16.

El mayor rendimiento en riego por gravedad alcanzó el tratamiento tres con 171,33 qq/ha y el menor, el tratamiento siete con 58,22 qq/ha. Con goteo (cuadro 32) el mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento tres con 344,67 qq/ha y el menor rendimiento fue el tratamiento siete con 81,56 qq/ha.

Considerando un precio de venta de doce dólares el quintal, en el sistema de riego por gravedad el mayor ingreso lo obtuvo el tratamiento tres, que alcanzó \$ 2 056,00; en el sistema por goteo, el mismo tratamiento logró \$ 4 136,00

La relación beneficios/costo en ambos sistemas en la mayoría de los tratamientos fueron negativos, a excepción de la variedad Estela en riego por goteo que está en \$ 1,03, significando que por cada dólar invertido se gana tres centavos.

Cuadro 31. Análisis económico sistema de riego por gravedad. Dólares

| Tratamientos | Costo de producción parcial | Costo tratamientos | | | Subtotal | Costo financiero 13 % | Costo total tratamientos | Rendimiento kg/ha | Rendimiento qq/ha | Ingreso bruto | Relación beneficio costo |
|--|-----------------------------|--------------------------|---|--------------------------------------|----------|-----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|---------------|--------------------------|
| | | Costo semilla variedades | Fertilizantes más mano de obra aplicación | Surcada 4 h/m, más arreglo de surcos | | | | | | | |
| T ₁ Fripapa N ₁₅₀ | 1 945,85 | 868,05 | 560,58 | 184 | 3 558,48 | 231,3 | 3 789,78 | 5 240 | 116,44 | 1 397,33 | 0,37 |
| T ₂ Fripapa N ₂₀₀ | 1 945,85 | 868,05 | 657,74 | 184 | 3 655,64 | 237,61 | 3 893,25 | 6 570 | 146,00 | 1 752,00 | 0,45 |
| T ₃ Estela N ₁₅₀ | 1 945,85 | 949,05 | 560,58 | 184 | 3 639,48 | 236,56 | 3 876,04 | 7 710 | 171,33 | 2 056,00 | 0,53 |
| T ₄ Estela N ₂₀₀ | 1 945,85 | 949,05 | 657,74 | 184 | 3 736,64 | 242,88 | 3 979,52 | 6 420 | 142,67 | 1 712,00 | 0,43 |
| T ₅ Natividad N ₁₅₀ | 1 945,85 | 868,05 | 560,58 | 184 | 3 558,48 | 231,3 | 3 789,78 | 3 760 | 83,56 | 1 002,67 | 0,26 |
| T ₆ Natividad N ₂₀₀ | 1 945,85 | 868,05 | 657,74 | 184 | 3 655,64 | 237,61 | 3 893,25 | 4 390 | 97,56 | 1 170,67 | 0,30 |
| T ₇ Superchola N ₁₅₀ | 1 945,85 | 723,3 | 560,58 | 184 | 3 413,73 | 281,89 | 3 695,62 | 2 620 | 58,22 | 698,67 | 0,19 |
| T ₈ Superchola N ₂₀₀ | 1 945,85 | 723,3 | 657,74 | 184 | 3 510,89 | 228,2 | 3 739,09 | 3 760 | 83,56 | 1 002,67 | 0,27 |

Cuadro 32. Análisis económico sistema de riego por goteo. Dólares

| Tratamientos | Costo de producción parcial | Costo tratamientos | | | Subtotal | Costo financiero 13 % | Costo total tratamientos | Rendimiento kg/ha | Rendimiento o qq/ha | Ingreso bruto | Relación beneficio costo |
|--|-----------------------------|--------------------------|---|------------------|----------|-----------------------|--------------------------|-------------------|---------------------|---------------|--------------------------|
| | | Costo semilla variedades | Fertilizantes más mano de obra aplicación | Sistema de riego | | | | | | | |
| T ₁ Fripapa N ₁₅₀ | 1 945,85 | 868,05 | 560,58 | 300 | 3 674,48 | 238,84 | 3 913,32 | 10 590 | 235,33 | 2 824,00 | 0,72 |
| T ₂ Fripapa N ₂₀₀ | 1 945,85 | 868,05 | 657,74 | 300 | 3 771,64 | 245,16 | 4 016,80 | 11 140 | 247,56 | 2 970,67 | 0,74 |
| T ₃ Estela N ₁₅₀ | 1 945,85 | 949,05 | 560,58 | 300 | 3 755,48 | 244,11 | 3 999,59 | 15 510 | 344,67 | 4 136,00 | 1,03 |
| T ₄ Estela N ₂₀₀ | 1 945,85 | 949,05 | 657,74 | 300 | 3 852,64 | 250,42 | 4 103,06 | 14 820 | 329,33 | 3 952,00 | 0,96 |
| T ₅ Natividad N ₁₅₀ | 1 945,85 | 868,05 | 560,58 | 300 | 3 674,48 | 238,84 | 3 913,32 | 4 760 | 105,78 | 1 269,33 | 0,32 |
| T ₆ Natividad N ₂₀₀ | 1 945,85 | 868,05 | 657,74 | 300 | 3 771,64 | 245,16 | 4 016,80 | 7 530 | 167,33 | 2 008,00 | 0,50 |
| T ₇ Superchola N ₁₅₀ | 1 945,85 | 723,3 | 560,58 | 300 | 3 529,73 | 229,43 | 3 759,16 | 3 670 | 81,56 | 978,67 | 0,26 |
| T ₈ Superchola N ₂₀₀ | 1 945,85 | 723,3 | 657,74 | 300 | 3 626,89 | 235,75 | 3 862,64 | 7 140 | 158,67 | 1 904,00 | 0,49 |

4.3 DISCUSIÓN.

La figura 4 y cuadro 10 (pág. 33) indican las temperaturas diurnas y nocturnas durante el experimento, las mismas que oscilan entre 20,5 y 24,1 °C. Según MONDOÑEDO J. et al (1985), en la primera etapa de crecimiento la papa necesita alrededor de 20 °C, luego una temperatura más alta para que se desarrolle el follaje sin pasar 30 °C; considerando estos datos se puede indicar que la temperatura en las primeras etapas de desarrollo coincide con lo señalado por el autor.

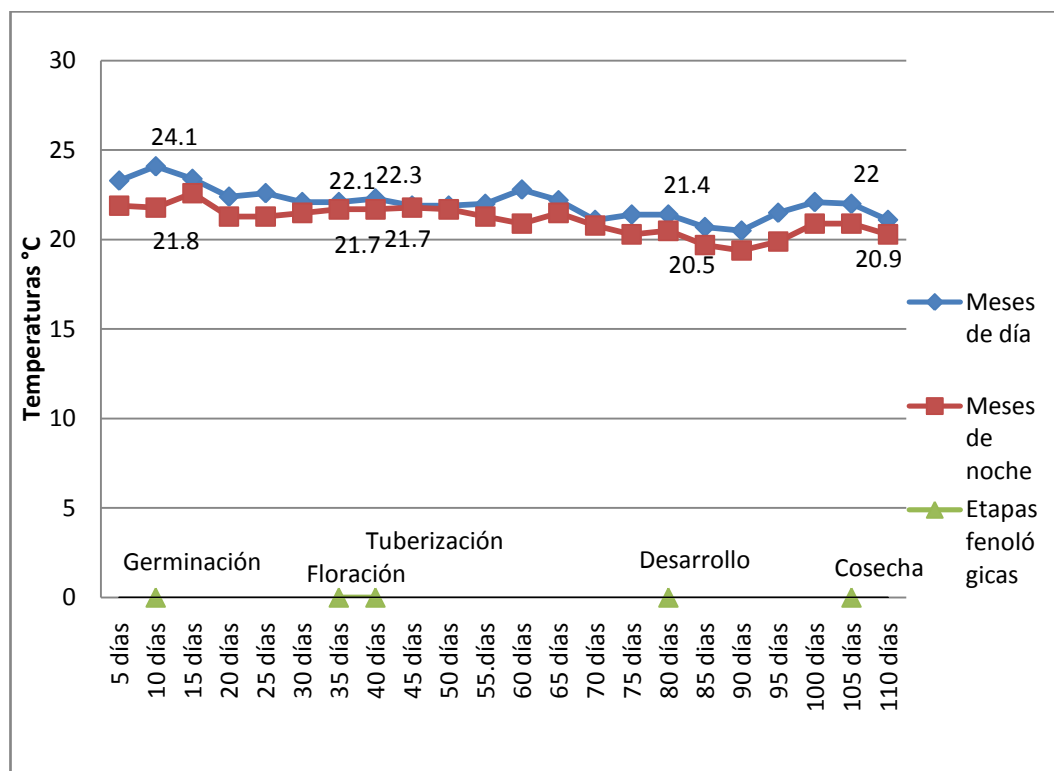


Figura 4. Etapas fenológicas y temperatura, Zapotal 2009

Las variedades en estudio no presentaron el desarrollo adecuado del tubérculo debido a la elevada temperatura y la no existencia de diferencia térmica en el mes de tuberización (septiembre 2009), cuadro 10 (pág. 33). En este sentido SALISBURY F. y ROSS C. (2000) indican: las altas temperaturas y los días cortos provocan una reducción de la hormona giberelina en las plantas de

patatas, lo que puede explicar que el estolón deje de elongarse. Es posible restringir la elongación del estolón sin que haya crecimiento radial de éste, (pag.11)

También VAVILOV PP. *et al* (1979) señala que las altas temperaturas del suelo permiten el crecimiento, formación y ramificación de los estolones, lo que contribuye al poco crecimiento de los tubérculos. También aumenta la intensidad de la respiración y con esto el gasto de los hidratos de carbono, lo que ocasiona el poco desarrollo de los tubérculos.

ALDABE L. y DOGLIOTTI S. (s. f. en línea) confirman lo anterior cuando señalan a mayor temperatura (hasta 27- 28°C) , mayor es la tasa de crecimiento potencial del follaje y por lo tanto mayor es su capacidad de consumir asimilados disponible. Como antes del inicio de la tuberización (y aún luego de iniciada, hasta que no hay varios tubérculos creciendo activamente en la planta), la principal fase es el follaje; las condiciones que favorezcan el crecimiento de éste van a retrasar el inicio de la tuberización

Las etapas fenológicas de los cultivares en estudio fue menor a lo señalado por INIAP en sus descriptores (cuadro 33 y 34), confirmando entonces que altas temperaturas aceleran los procesos fisiológicos.

Cuadro 33. Características morfológicas, Sierra y Zapotal. Riego por gravedad

| Variedades | Características | Sierra | Zapotal | |
|------------|-----------------------|----------------|--------------------|------------------|
| | | | Dosis de nitrógeno | |
| | | | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ |
| Estela | Días a la germinación | | 10 | 11 |
| | Días a la floración | 78 | 37 | 43 |
| | Ciclo vegetativo | 145 - 160 días | 107 | 107 |
| Fripapa | Días a la germinación | | 9 | 11 |
| | Días a la floración | 104 | 37 | 42 |
| | Ciclo vegetativo | 171 días | 107 | 107 |
| Natividad | Días a la germinación | | 12 | 14 |
| | Días a la floración | 70 - 90 | 50 | 47 |
| | Ciclo vegetativo | 145 - 170 | 107 | 107 |
| Superchola | Días a la germinación | | 11 | 13 |
| | Días a la floración | 140 | 58 | 57 |
| | Ciclo vegetativo | 180 días | 107 | 107 |

Cuadro 34. Características morfológicas, Sierra y Zapotal. Riego por goteo.

| Variedades | Características | Sierra | Zapotal | |
|------------|-----------------------|----------------|--------------------|------------------|
| | | | Dosis de nitrógeno | |
| | | | N ₁₅₀ | N ₂₀₀ |
| Estela | Días a la germinación | | 10 | 11 |
| | Días a la floración | 78 | 43 | 48 |
| | Ciclo vegetativo | 145 - 160 días | 113 | 112 |
| Fripapa | Días a la germinación | | 9 | 11 |
| | Días a la floración | 104 | 40 | 45 |
| | Ciclo vegetativo | 171 días | 113 | 112 |
| Natividad | Días a la germinación | | 12 | 14 |
| | Días a la floración | 70 - 90 | 50 | 48 |
| | Ciclo vegetativo | 145 - 170 días | 113 | 112 |
| Superchola | Días a la germinación | | 11 | 13 |
| | Días a la floración | 140 | 59 | 63 |
| | Ciclo vegetativo | 180 días | 113 | 112 |

En la variable rendimiento, sobresalió la variedad Estela en ambos sistemas de riego, pero muy por debajo de los promedios de la Sierra. Este comportamiento de la variedad, podría servir para procesos de selección y mejoramiento genético. También acepta la hipótesis planteada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

1. Las etapas fenológicas de todos los cultivares estudiados son menores a lo señalado por los descriptores del INIAP; los cuadros 33 y 34 indican por ejemplo: según INIAP, la variedad Estela tiene un ciclo vegetativo 145-160 días en la Sierra; en el Azúcar, tanto en el sistema de riego por goteo y por gravedad, varió entre 107 y 113 días, habiendo una diferencia de más de treinta días. En las demás variedades esta diferencia es mayor.
2. Todas las variables agronómicas evaluadas están por debajo de los parámetros de la Sierra, Las variedades en estudio no presentaron el desarrollo adecuado del tubérculo debido a la elevada temperatura y la no existencia de diferencia térmica en el mes de tuberización, lo que se explica en la influencia de los factores climáticos. Sin embargo es necesario destacar el resultado de la variedad Estela, por su mayor rendimiento, mejor adaptación expresada en el grosor del tallo, mejor follaje y otros
3. En cuanto a los sistemas de riego estudiados, se concluye que mejores resultados se obtuvieron en riego por goteo, en todas las variables agronómicas investigadas, como se lo demuestra en el siguiente detalle.

| Variables | Riego por gravedad | Riego por goteo |
|---------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Germinación | 81,68 | 79,79 |
| Alturas a los 60 días | 69,19 | 72,24 |
| Alturas a los 90 días | 88,65 | 92,49 |
| Número de tubérculos por planta | 6,14 | 9,09 |
| Peso de tubérculo por planta g | 123,30 | 229,09 |
| Rendimiento ton/ha | 5,06 | 9,39 |

RECOMENDACIONES

- Repetir el experimento en la misma zona, utilizando la variedad Estela, pero sembrando en el mes de junio, para aprovechar la época fría
- Iniciar programas de mejoramiento genético, tendiente a la búsqueda de una línea adaptada a las condiciones agroecológicas de la península de Santa Elena.
- Cultivar papas en huertos caseros, utilizando la variedad Estela, pues su tamaño relativamente mediano permite usos culinarios diversos.
- Desarrollar investigaciones utilizando diferentes láminas de agua para el óptimo aprovechamiento de este recurso.

BIBLIOGRAFÍA

ALDABE L. y DOGLIOTTI S. (s.f) bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa. Facultad de Ciencias Agronomía, Universidad República Uruguay. Consultado febrero 10 del 2010. Disponible en <http://www.papaslatinas.org/alap/Nuevos%20archivos/CONFERENCIAS/Rubio%20Covarrubias.pdf>.

ANDRADE H. 1994. Manual de la Papa. Quito INIAP - FORTIPAPA. 20 p.

ANDRADE H. 1994. Necesidades de Sistematizar las Bondades de la Colección Ecuatoriana de Papa de INIAP. Informe Anual Resumido Santa Catalina. Quito, Ecuador.

BARRERA V. 1996. Factores que Afectan la Sostenibilidad del Sistema de Producción de Pequeños Productores de Carchi-Ecuador. Tesis MSc. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 130 p.

CADAVIDAD JI. 1995. Cultive hortaliza y frutales. La alelopatía. Biblioteca del campo N° 03. 3ed. Colombia, Disloque. 37-38 p.

CACERES J. 1991. Fertilización. Aspecto Tecnológico del Cultivo de la Papa en el Ecuador. Quito, FUNDAGRO. 89 – 105 p.

CASACA A. s.f . Guías Tecnológicas de frutas y vegetales. en línea. Consultado 2 febrero 2010. Disponible en www.cultesa.com/.../Recomendaciones%20cultivos%20papa.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL CENTA. 2002. Cultivo de la Papa. Edt. Miguel Román Cortez. La Libertad, El Salvador. 36 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1981. Siembra de Papa. Boletín Divulgado. Lima, Perú. 16 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1996. Principales Enfermedades, Nematodo a Insectos de la Papa. Peter Gregory. Lima, Perú. Quito, Ecuador. Stella. 43 p.

CENTRO DE ESTUDIO AGROPECUARIO. 2001. Cultivo de la Papa. México Grupo Editorial Iberoamérica. México. 81 p. (Serie Agronegocios).

CORTEZ M. y HURTADO G. 2002. Guía Técnica Cultivo de la Papa. El Salvador, San Salvador. p. 14 – 16.

CORTBAOUI R. 1988. Boletín de información técnica. Siembra de papas. En línea. Consultado 8 noviembre 2009. Disponible en <http://www.cipotato.org/library/pdfdocs/TIBes18776.pdf>

ENCICLOPEDIA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLA. 2008. Cultivo de papa. En línea .consultado 22 d noviembre 2009. Disponible en http://www.buenaspracticas.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=47&Itemid=122

FUNDACION PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO. 1992. El sistema tecnológico de la papa en el Ecuador. Documento técnico No. 3. Quito, Ecuador. 110 p.

FUNDACION PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO. 1991. El manejo del cultivo de papa. Boletín divulgativo N° 5. Quito, Ecuador. 36 p.

GUERRERO R. s.f. La fertilización con azufre para el cultivo de la papa en Colombia. En línea. Consultado 12 noviembre 2009. Disponibles en <http://hasp.axesnet.com/contenido/documentos/capitulo2-II.pdf>

GUÍA DEL CULTIVO DE LA PAPA. 2008. Cultivo de papa, en línea. Consultado 20 marzo 2009. Disponible en <http://www.mvproduce.com/papaguia.html>.

GUÍA DEL CULTIVO DE LA PAPA 2005. Papa. en línea. Consultado 8 noviembre 2009. Disponible en <http://www.slhfarm.com/papaguia.html>

HUAMAN Z. 1986 Centro Internacional de la Papa. Cultivo de papa en línea. Consultado 18 octubre 2009. Disponible en <http://books.google.com.ec/>

HUANCA W. s.f. Monografías. Riego por goteo y fertirrigación. Puno, Perú. en línea. Consultado 24 de noviembre 2009. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos58/riego-goteo-fertirrigacion/riego-goteo-fertirrigacion.shtml>

INFOAGRO s.f. en línea. Consultado el 25 abril 2009. Disponible en <http://www.infoagro.com>

INSTITUTO HOLANDES PARA EL FOMENTO DE LA VENTA DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS. 2002 El Cultivo de Patatas Profesional. La Siembra. 2ed. Holanda, NIVAA. 10 – 13 p.

INIAP. 1987. Manual de Control de Malezas en Papa. Julio Cárdenas. 9ed. Quito, EC. p.10 – 13.

INIAP. 2002. El Cultivo de la Papa en el Ecuador. Manejo Agronómico de la Papa. Eds. Manuel Pumisacho y Stephen Sherwood. 1ed. Quito, EC. p. 51 – 82.

INIAP. 2002. El Cultivo de la Papa en Ecuador. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Eds. Manuel Pumisacho y Stephen Sherwood. 1ed. Quito, EC. p. 105 – 107.

INIAP. EC. 2002. El Cultivo de la Papa en el Ecuador. La papa en Ecuador. Eds. Manuel Punmisacho y Stephen Sherwood. 1ed. Quito, EC, p 21 – 28.

INTITUTO INTERNACIONAL DE RESCONTRUCCION RURAL IIRR 1996. Manual de Prácticas Agroecológicas de los Andes Ecuatorianos. Quito, Ecuador. IIRR 126 – 127, 149 - 157 p.

INIAP. EC. 2002. Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador" Departamento Técnico de Crystal Chemical Inter-América. En línea. Consultado 8 noviembre 2009. Disponible en <http://www.crystal-chemical.com/papa.htm>

KERH A. 1967. Producción Comercial de la Papa. Traducido del inglés por COMMERCIAL POTATO PRODUCCION. México. Centro Regional de Ayuda Técnica para el Desarrollo Internacional. 22 - 24 p.

LINDAO V. 1991. El Manejo del Cultivo de Papa. Quito, Ecuador. FUNDAGRO. 7 - 38 p.

LINARES Y. y GUTIERREZ A. 2002. La Competitividad de la Producción de la Papa. Estado Mérida, Venezuela. en línea .Consultado 11 feb.2009. Disponible en: www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S13160354200200020004&lng=en&nrm=iso - 62k

LOPEZ MF. 1999. Intensidad de rotación de usos de suelo en lotes del páramo. Universidad de Ratisbona, Alemania. en línea. Consultado 18 de octubre 2009. Disponible en <http://www.paramo.org/portal/files/recursos/LopezM.pdf>

MILAN D. 1972. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2ed. Buenos Aires, Argentina. Acme. S.A. v. 1. p. 197- 198.

MONDOÑEDO J., KIRCHNER F., ATILANO M. y MEDINA J. 1985. Manual para Educación Agropecuaria. Papas. 4ed. México. Trillas. p.17- 22

MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA DEL ECUADOR 2000. Papa en la región costera. En línea. Consultado 18 de octubre 2009. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/Costa.htm>

MONDOÑEDO J., KIRCHNER F., ATILANO M. y MEDINA J. 1990. Manual para Educación Agropecuaria. Papas. 8ed. México. Trillas. 53 p.

MONTALVO, A. 1984. Cultivo y Mejoramiento de la papa. San José, Costa Rica. Edit. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. Libros y material educativo N° 54. p. 39- 40.

MONTESDEOCA F., ANDRADE H., CUESTA X. y CARRERA E. 1999. Programa Papa INIAP. Estación experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. en línea .Consultado 3 may.2009. Disponible en: http://mail.iniap-ecuador.gov.ec/isis/search_terms.php?

MOORE, J. 1996. Remedios caseros contra plagas. Quito, Ecuador. Cuerpos de Paz. 10, 37- 38 P.

MOYA R.1984. El cultivo de la papa. Una aproximación Cultural. Quito, Ecuador. Instituto Nacional de Capacitación. Documento N° 1. 15 p.

MUÑOZ F. y CRUZ L. 1984. Manual de Cultivo de Papa. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. INIAP. Boletín N° 5. 1 - 38 p.

MUÑOZ F. y REINOSO I. 1983. Programa Papa INIAP. Estación experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. en línea. Consultado 3 mayo. 2009. Disponible en http://mail.iniap-ecuador.gov.ec/isis/search_terms.php?

ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION FAO. 1986. PAPA, YUCA y CAMOTE. Cultivo y Aprovechamiento. Ernesto Cásseres. s.e. Santiago, Chile. Fiat Anis. p 14-15

REVISTA PAPA. 1999. en línea. Consultado el 23 noviembre 2009. Disponible en <http://editorenjefe.ecologiabolivia.googlepages.com/Coca42-1.pdf>

SALISBURY F. y ROSS C. 2000. Fisiología de las plantas. Trad. JM. Alonso. España. P 741- 766.

SÁNCHEZ C. 2003. Cultivo y Comercialización de la Papa. Perú, Ripalme. p. 9 – 117.

SANTOS J. 1986. Producción de papas. Buenos Aires. Albatros.

SIERRA C., SANTOS J., KALAZICH J. 2002. Fertilización Potásica de la Papa en Suelos Trumaos (Andisoles) de la Zona Sur de Chile. En línea. Consultado 22 noviembre 2009. Disponible en www.ipni.net/.../Fertilización+potásica+en+papas29Nov2001CB.doc.

VAVILOB PP. e t-al 1979. Fitotecnia. 4 ed. Moscú, Kolos.

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

- Cuadro 1A. Análisis de suelo.
- Cuadro 2A. Análisis de macro y micro elemento.
- Cuadro 3A. Análisis de extracto de pasta de suelo.
- Cuadro 4A. Análisis químico del agua.
- Cuadro 5A. Porcentaje de germinación, riego por gravedad.
- Cuadro 6A. Promedio de altura de plantas a los 60 días, riego por gravedad, cm. Zapotal julio del 2009.
- Cuadro 7A. Análisis de la varianza altura de planta a los 60 días, cm, riego por gravedad. Zapotal julio del 2009.
- Cuadro 8A. Promedio de altura de plantas a los 90 días, cm, riego por gravedad.
- Cuadro 9A. Análisis de la varianza altura de planta a los 90 días, cm, riego por gravedad. Zapotal julio del 2009.
- Cuadro 10A. Número de tubérculos por planta, riego por gravedad.
- Cuadro 11A. Análisis de la varianza número de tubérculos, riego por gravedad, Zapotal julio del 2009.
- Cuadro 12A. Peso del tubérculo, por planta g, riego por gravedad
- Cuadro 13A. Análisis de la varianza, peso de tubérculos por planta g, riego por gravedad. Zapotal julio del 2009
- Cuadro 14A. Rendimiento toneladas por hectárea, riego por gravedad. Zapotal julio del 2009
- Cuadro 15A. Análisis de la varianza rendimiento toneladas por hectárea, riego por gravedad. Zapotal julio 2009.
- Cuadro 16A. Porcentaje de germinación, riego por goteo.
- Cuadro 17A. Promedios de altura de planta a los 60 días, riego por goteo, cm. Zapotal julio del 2009.
- Cuadro 18A. Análisis de la varianza de altura de planta a los 60 días, cm, riego por goteo. Zapotal julio 2009
- Cuadro 19A. Promedio de altura de plantas a los 90 días, cm, riego goteo.
- Cuadro 20A. Análisis de la varianza altura de planta a los 90 días, cm, riego goteo. Zapotal julio del 2009.

- Cuadro 21A. Número de tubérculos por plantas, riego por goteo.
- Cuadro 22A. Análisis de la varianza número de tubérculos, por planta riego por goteo. Zapotal julio 2009.
- Cuadro 23A. Peso de tubérculos, g, por planta, riego por goteo
- Cuadro 24A. Análisis de la varianza peso de tubérculos, g, por planta, riego por goteo. Zapotal julio del 2009.
- Cuadro 25A. Rendimiento toneladas por hectárea, riego goteo.
- Cuadro 26A. Análisis de la varianza rendimiento toneladas por hectárea, riego por goteo. Zapotal julio del 2009.
- Cuadro 27A. Comparación de rendimiento, variedades, sistemas de riego y dosis de nitrógeno, ton/ha. Zapotal julio 2009
- Cuadro 28A. Costo de producción en 1 ha papa, sin material vegetativo, dosis de nitrógeno y sistemas de riego, dólares.

Figura 1A. Instalación de las tuberías, sistema de riego por goteo

Figura 2A. Preparación de terreno, sistema de riego por gravedad.

Figura 3A. Instalación de tuberías, riego por goteo

Figura 4A. Riego por gravedad.

Figura 5A. Siembra de tubérculo, riego por goteo.

Figura 6A. Siembra de tubérculo, riego por gravedad.

Figura 7A. Germinación, riego por goteo.

Figura 8A. Germinación, riego por gravedad.


Figura 9 A. Desarrollo de la planta, riego goteo

Figura 10 A. Desarrollo de las plantas, riego gravedad.

Figura 11A. Cosecha, variedad Estela

Figura 12 A. Cosecha, variedad Fri papa


Cuadro 1A. Análisis de suelo

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|----|------|------|-----|------|-------|-----------|-----------|-----|-------------|------|---------|----------------|
|  | ESTACION EXPERIMENTAL "BOLICHE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 Vía Duran Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi- Ecuador Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 | | | | | | | | | | | | | | |
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : SRA. GLORIA TOMALÁ Dirección : Ciudad : Teléfono : Fax : | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : GUAYAS Cantón : Parroquia : Ubicación : SECTOR EL AZUCAR - VÍA GQUIL. | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : PAPA N° de Reporte : 182 Fecha de Muestreo : 17/06/2009 Fecha de Ingreso : 19/06/2009 Fecha de Salida : 01/07/2009 | | | | | | | | | | | | | |
| N° Muest. | meq/100ml | | | dS/m | (%) | Ca | Mg | Ca+Mg | meq/100ml | (meq/l)/5 | ppm | Textura (%) | | | Clase Textural |
| Laborat. | Al+H | Al | Na | C.E. | M.O. | Mg | K | K | Σ Bases | RAS | Cl | Arena | Limo | Arcilla | |
| 23386 | | | | | 1,8 | 7,8 | 1,14 | 10,11 | 20,44 | | | 43 | 33 | 24 | Franco |

| | | | | | |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|--|--|--|
| INTERPRETACION | | | | | |
| Al+H, Al y Na | C.E. | M.O. y Cl | | | |
| 0 - Bajo 1 - Medio 2 - Tóxico | 0,5 - No Salino 1,5 - Lig. Salino 2,5 - Muy Salino | 0 - Bajo 1 - Medio 2 - Alto | | | |

| |
|---|
| ABREVIATURAS |
| C.E. - Conductividad Eléctrica M.O. - Materia Orgánica RAS - Relación de Adsorción de Sodio |

| |
|--|
| METODOLOGIA USADA |
| C.E. - Conductímetro M.O. - Titulación de Welkley Black Al+H - Titulación con NaOH |


 RESPONSABLE DEPARTAMENTO

 RESPONSABLE LABORATORIO

Cuadro 2A. Análisis de macro y micro elemento



ESTACION EXPERIMENTAL "BOLICHE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 Vía Duran Tambo Apdo. Postal 09-01-7069
 Yaguachi- Ecuador Teléfono: 2717161 Fax: 2717119

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : SRA. GLORIA TOMALÁ
 Dirección :
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

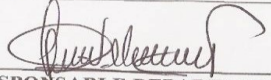
DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : S/N
 Provincia : GUAYAS
 Cantón :
 Parroquia :
 Ubicación : SECTOR EL AZUCAR - VÍA GQUIL.

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual : PAPA
 N° Reporte : 182
 Fecha de Muestreo : 17/06/2009
 Fecha de Ingreso : 19/06/2009
 Fecha de Salida : 01/07/2009

| N° Muest. Laborat. | Datos del Lote | | pH | ppm | | | meq/100ml | | | ppm | | | | |
|--------------------|----------------|------|-----|------|------|--------|-----------|-------|------|-------|-------|------|-------|--------|
| | Identificación | Area | | N | P | K | Ca | Mg | S | Zn | Cu | Fe | Mn | B |
| 23386 | MUESTRA - 1 | | 8,6 | 18 B | 32 A | 1,84 A | 16 A | 2,1 M | 16 M | 1,9 B | 5,4 A | 19 B | 7,9 M | 1,01 A |




| INTERPRETACION | | | | |
|---------------------|--------------------|------------------------|-------------------|---------------------|
| pH | | | | |
| MAc = Muy Acido | LAc = Liger. Acido | LAl = Lige. Alcalino | RC = Requiere Cal | Elementos: de N a B |
| Ac = Acido | PN = Prac. Neutro | MeAl = Media. Alcalino | | B = Bajo |
| MeAc = Media. Acido | N = Neutro | Al = Alcalino | | M = Medio |
| | | | | A = Alto |

| METODOLOGIA USADA | EXTRACTANTES |
|---|------------------------------|
| pH = Suelo: agua (1:2,5) | Olsen Modificado |
| N,P,B = Colorimetría | N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn |
| S = Turbidimetría | Fosfato de Calcio Monobásico |
| K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica | B,S |


 RESPONSABLE DEPARTAMENTO

RESPONSABLE LABORATORIO

Cuadro 3A. Análisis de extracto de pasta de suelo

GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPUBLICA DEL ECUADOR

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR

LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS

PROPIETARIO: SRA. GLORIA TOMALA
 REMITENTE: SRA. GLORIA TOMALA
 HACIENDA: SRA. GLORIA TOMALA
 LOCALIZACIÓN: SECTOR EL AZUCAR VÍA GQUIL

FACTURA: 182
 FECHA DE MUESTREO: 17/06/2009
 FECHA DE INGRESO: 19/06/2009
 FECHA DE SALIDA: 07/07/2009


DETERMINACION DE SALINIDAD DE EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS

| NO. LABORATORIO | IDENTIFICACION DE MUESTRAS | pH | C.E. dS/m | meq/l | | | | | | | | | RAS | P&H* |
|-----------------|----------------------------|-----|-----------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| | | | | Na | K | Ca | Mg | SUMA | CO3H | CO3 | SO4 | CL | | |
| 23386 | MUESTRA UNICA | 8.4 | 841 | 1.92 | 1.56 | 3.75 | 1.30 | 8.53 | 3.5 | 0.5 | 2.8 | 1.7 | 1.2 | < 1 |

NOTA: El Laboratorio no es responsable de la toma de las muestras.
 N.D.- No detectable

* Cálculo efectuado según monograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60

INTERPRETACIÓN:
 C.E. = 0 - 2.0 = Suelo no salino, efecto de sales despreciables
 2.1 - 4.0 = Suelo ligeramente salino, puede reducirse las cosechas de cultivos sencillos
 4.1 - 8.0 = Suelo salino, se reducen las cosechas de numerosos cultivos
 Más de 8 = Suelo muy salino



DR. GLORIA CARRERA
RESP. LABORATORIO DMSA

Cuadro 4A. Análisis químico del agua



ESTACIÓN EXPERIMENTAL BOLICHE

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

SERVICIO A PRODUCTORES Nº 0001330

PROPIETARIO: Gloria Tomala Nº LAB.: 910 Fact. 137
 REMITENTE: _____ F/MUESTREO: 01/06/09
 GRANJA/HDA.: Cultivo del Valle F/INGRESO: 02/06/09
 F/SALIDA: 08/06/09

LOCALIZACIÓN: El Ezucar Km. 93 vía Gquil. - Salinas
(PARROQUIA) (CANTÓN) (PROVINCIA)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: Canal de CEDEGE

Lugar de muestreo: Pozo Río Canal Piscina Otros

EXAMEN FÍSICO:

- 1.- Temperatura
- 2.- C.E. a 25°C (uS /cm) 378
- 3.- pH 8.4

EXAMEN QUÍMICO:

| Cationes | (meq/l) | (%) | (Aniones) | (meq/l) | (%) |
|------------------|-------------|-----|--------------------------------|------------|-----|
| Ca ⁺⁺ | 2.20 | | CO ₃ = | N.D. | |
| Na ⁺ | 1.29 | | CO ₃ H ⁻ | 3.43 | |
| Mg ⁺⁺ | 0.82 | | SO ₄ = | 0.3 | |
| k ⁺ | 0.20 | | NO ₃ ⁻ | | |
| Mn ⁺⁺ | | | B | | |
| Fe ⁺⁺ | | | Cl ⁻ | 0.5 | |
| Suma | 4.51 | | Suma | 4.2 | |

N.d.- No detectable

EXAMEN QUÍMICO: R.A.S. : 1.0
 P.S.I. : 0.3
 % Na : 30

CLASE: C2 S1

INTERPRETACIÓN: C2.- Aguas de salinidad moderada

S1.- Aguas de contenido bajo de sodio

JEFE DPTO. SUELOS

[Firma]
LABORATORISTA

Dra. Gloria Carrera

Cuadro 5A. Porcentaje de germinación, riego por gravedad

| Factor A Variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Promedios |
|------------------------|-----------------------------|---------|------|------|------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 87,5 | 95,8 | 70,8 | 100 | 88,53 |
| Fripapa | N ₂₀₀ | 95,8 | 95,8 | 95,8 | 95,8 | 95,8 |
| Estela | N ₁₅₀ | 91,6 | 91,6 | 91,6 | 95,8 | 92,65 |
| Estela | N ₂₀₀ | 95,8 | 95,8 | 87,5 | 91,6 | 92,68 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 95,8 | 95,8 | 91,6 | 100 | 95,8 |
| Natividad | N ₂₀₀ | 95,8 | 87,5 | 95,8 | 91,6 | 92,6 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 70,8 | 75 | 72,9 | 87,5 | 76,55 |
| Superchola | N ₂₀₀ | 83,3 | 41,6 | 70,8 | 62,5 | 64,55 |

Cuadro 6A. Promedio de altura de plantas a los 60 días, cm, riego por gravedad, cm. Zapotal julio del 2009

| Factor A Variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Promedios |
|------------------------|-----------------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 40,88 | 53,25 | 44,13 | 61,25 | 49,88 |
| | N ₂₀₀ | 53,63 | 64,75 | 66,00 | 73,25 | 64,41 |
| Estela | N ₁₅₀ | 94,00 | 73,38 | 91,63 | 81,63 | 85,16 |
| | N ₂₀₀ | 67,38 | 85,63 | 88,25 | 82,13 | 80,85 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 79,38 | 112,13 | 78,38 | 109,00 | 94,72 |
| | N ₂₀₀ | 69,00 | 75,50 | 109,13 | 57,50 | 77,78 |
| Súperchola | N ₁₅₀ | 49,38 | 61,75 | 55,57 | 59,25 | 56,49 |
| | N ₂₀₀ | 52,13 | 24,88 | 58,25 | 41,57 | 44,21 |

Cuadro 7A. Análisis de la varianza altura de planta a los 60 días, cm, riego por gravedad. Zapotal julio del 2009

| Fuentes de variación | Gl | SC | CM | F | p> F |
|----------------------|----|-----------|----------|---------|------|
| Repeticiones | 3 | 488,38 | 162,79 | 0,9013 | 0,54 |
| Factor A | 3 | 7 922,63 | 2 640,88 | 14,6208 | 0,00 |
| Factor B | 1 | 180,50 | 180,50 | 0,9993 | 0,67 |
| Interacción | 3 | 1 154,25 | 384,75 | 2,1301 | 0,13 |
| Error | 21 | 3 793,13 | 180,63 | | |
| Total | 31 | 13 538,88 | | | |

Cuadro 8A. Promedio de altura de plantas a los 90 días, cm, riego por gravedad

| Factor A Variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Promedios |
|------------------------|-----------------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 75,38 | 69,75 | 76,50 | 100,13 | 80,44 |
| Fripapa | N ₂₀₀ | 85,63 | 71,63 | 78,00 | 96,00 | 82,81 |
| Estela | N ₁₅₀ | 111,37 | 84,88 | 118,75 | 90,50 | 101,37 |
| Estela | N ₂₀₀ | 71,38 | 103,63 | 95,63 | 101,75 | 93,09 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 100,00 | 124,00 | 97,25 | 129,50 | 112,69 |
| Natividad | N ₂₀₀ | 94,63 | 114,25 | 132,50 | 69,88 | 102,81 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 57,38 | 78,38 | 67,88 | 101,13 | 76,19 |
| Superchola | N ₂₀₀ | 60,25 | 43,25 | 76,13 | 59,69 | 59,83 |

Cuadro 9A. Análisis de la varianza altura de planta a los 90 días, cm, riego por gravedad. Zapotal julio del 2009

| Fuentes de variación | Gl | SC | CM | F | p > F |
|----------------------|----|---------------|-------------|---------|-------|
| Repeticiones | 3 | 7 27,34 | 242,447922 | 0, 8161 | 0,50 |
| Factor A | 3 | 7 282,34 | 2427,447998 | 8, 1707 | 0,00 |
| Factor B | 1 | 520,031250 | 520, 031250 | 1, 7504 | 0,20 |
| Interacción | 3 | 366,843750 | 122, 281250 | 0, 4116 | 0,75 |
| Error | 21 | 6 238, 906250 | 297,090759 | | |
| Total | 31 | 15 135, 46875 | | | |

Cuadro 10A. Número de tubérculos por planta, riego por gravedad

| Factor A Variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Medias |
|------------------------|-----------------------------|---------|------|------|------|--------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 4,29 | 6 | 6 | 5,14 | 5,36 |
| | N ₂₀₀ | 8,71 | 5,29 | 8,67 | 5,29 | 6,99 |
| Estela | N ₁₅₀ | 13,5 | 4,86 | 6,38 | 7,57 | 8,08 |
| | N ₂₀₀ | 4,83 | 9 | 6,88 | 4,75 | 6,37 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 6,5 | 7,33 | 7 | 5,43 | 6,57 |
| | N ₂₀₀ | 8,25 | 4,33 | 4,25 | 4,25 | 5,27 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 7 | 3,5 | 5,25 | 3,25 | 4,75 |
| | N ₂₀₀ | 8 | 4 | 6 | 5 | 5,75 |

Cuadro 11A. Análisis de la varianza número de tubérculos, riego por gravedad, Zapotal julio del 2009

| Fuentes de variación | Gl | SC | CM | F | p> F |
|----------------------|----|------------|-----------|---------|-------|
| Repeticiones | 3 | 29 890, 87 | 9 9636,23 | 2 966,3 | 0,055 |
| Factor A | 3 | 16 094,85 | 5 364,950 | 1 597,2 | 0,219 |
| factor B | 1 | 0 070,31 | 0 070,313 | 0 020,9 | 0,881 |
| Interacción | 3 | 16 479,13 | 5 493,042 | 1 635,4 | 0,211 |
| Error | 21 | 70 536,99 | 3 358,904 | | |
| Total | 31 | 133 072,14 | | | |

Cuadro 12A. Peso del tubérculo, por planta g, riego por gravedad

| Factor A Variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | medias |
|------------------------|-----------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 78,57 | 118,13 | 216,67 | 98,35 | 127,93 |
| | N ₂₀₀ | 172,86 | 110,00 | 178,33 | 179,29 | 160,12 |
| Estela | N ₁₅₀ | 215,00 | 154,29 | 145,00 | 237,14 | 187,86 |
| | N ₂₀₀ | 125,00 | 164,29 | 180,00 | 156,25 | 156,39 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 98,33 | 108,33 | 90,00 | 70,00 | 91,67 |
| | N ₂₀₀ | 161,25 | 93,33 | 85,00 | 88,75 | 107,08 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 66,67 | 63,33 | 65,00 | 60,00 | 63,75 |
| | N ₂₀₀ | 127,50 | 63,75 | 95,62 | 79,67 | 91,64 |

Cuadro 13A. Análisis de la varianza, peso de tubérculos por planta g, riego por gravedad. Zapotal julio del 2009

| Fuentes de variación | Gl | SC | CM | F | p > F |
|----------------------|----|-----------|-----------|---------|-------|
| Repeticiones | 3 | 2 606,34 | 868,45 | 0,6812 | 0,576 |
| Factor A | 3 | 43 724,31 | 14 574,77 | 11,4321 | 0,000 |
| Factor B | 1 | 968,81 | 968,81 | 0,7599 | 0,603 |
| Interacción | 3 | 5 115,12 | 1 705,04 | 1,3374 | 0,289 |
| Error | 21 | 26 772,97 | 1 274,90 | | |
| Total | 31 | 79 186,56 | | | |

**Cuadro 14A. Rendimiento toneladas por hectárea, riego por gravedad
Zapotal julio del 2009**

| Factor A Variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Medias |
|------------------------|-----------------------------|---------|------|------|------|--------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 3,22 | 4,84 | 8,88 | 4,03 | 5,24 |
| Fripapa | N ₂₀₀ | 7,09 | 4,51 | 7,31 | 7,35 | 6,57 |
| Estela | N ₁₅₀ | 8,82 | 6,33 | 5,95 | 9,72 | 7,71 |
| Estela | N ₂₀₀ | 5,13 | 6,74 | 7,38 | 6,41 | 6,42 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 4,03 | 4,44 | 3,69 | 2,87 | 3,76 |
| Natividad | N ₂₀₀ | 6,61 | 3,83 | 3,49 | 3,64 | 4,39 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 2,73 | 2,6 | 2,67 | 2,46 | 2,62 |
| Superchola | N ₂₀₀ | 5,23 | 2,61 | 3,92 | 3,27 | 3,76 |

**Cuadro 15A. Análisis de la varianza rendimiento toneladas por hectárea, riego
por gravedad. Zapotal julio 2009**

| Fuentes de variación | Gl | SC | CM | F | p > F |
|----------------------|----|--------|-------|---------|-------|
| Repeticiones | 3 | 4,38 | 1,46 | 0,6828 | 0,575 |
| Factor A | 3 | 73,54 | 24,51 | 11,4557 | 0,000 |
| Factor B | 1 | 1,64 | 1,64 | 0,7654 | 0,604 |
| Interacción | 3 | 8,61 | 2,87 | 1,3404 | 0,288 |
| Error | 21 | 44,94 | 2,14 | | |
| Total | 31 | 133,11 | | | |

Cuadro 16A. Porcentaje de germinación, riego por goteo

| Factor A Variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Medias |
|------------------------|-----------------------------|---------|------|------|------|--------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 87,5 | 100 | 91,6 | 95,8 | 93,73 |
| Fripapa | N ₂₀₀ | 66,6 | 95,8 | 87,5 | 83,3 | 83,30 |
| Estela | N ₁₅₀ | 91,6 | 100 | 54,1 | 87,6 | 83,33 |
| Estela | N ₂₀₀ | 95,8 | 87,5 | 79,1 | 91,6 | 88,50 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 79,1 | 83,3 | 95,8 | 83,3 | 85,38 |
| Natividad | N ₂₀₀ | 100 | 83,3 | 50 | 91,6 | 81,23 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 58,3 | 41,6 | 87,6 | 37,5 | 56,25 |
| Superchola | N ₂₀₀ | 66,6 | 58,3 | 100 | 41,6 | 66,63 |

Cuadro 17A. Promedios de altura de planta a los 60 días, riego por goteo, cm. Zapotal julio del 2009

| Factor A Variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Medias |
|------------------------|-----------------------------|---------|-------|--------|--------|--------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 98,88 | 62,00 | 83,13 | 56,50 | 75,13 |
| Fripapa | N ₂₀₀ | 60,75 | 35,38 | 73,00 | 71,00 | 60,03 |
| Estela | N ₁₅₀ | 92,25 | 40,75 | 45,50 | 44,88 | 55,84 |
| Estela | N ₂₀₀ | 86,50 | 69,38 | 72,63 | 99,63 | 82,03 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 44,50 | 60,00 | 104,63 | 31,88 | 60,25 |
| Natividad | N ₂₀₀ | 79,25 | 88,25 | 64,38 | 73,63 | 76,38 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 83,50 | 82,25 | 99,63 | 82,25 | 86,91 |
| Superchola | N ₂₀₀ | 57,25 | 59,50 | 105,88 | 102,88 | 81,38 |

Cuadro 18A. Análisis de la varianza de altura de planta a los 60 días, cm, riego por goteo. Zapotal julio del 2009

| Fuentes de variación | Gl | SC | CM | F | p>F |
|----------------------|----|-----------|--------|------|------|
| Repeticiones | 3 | 1 520,34 | 506,78 | 1,25 | 0,32 |
| Factor A | 3 | 1 501,34 | 500,45 | 1,23 | 0,32 |
| Factor B | 1 | 236,53 | 236,53 | 0,58 | 0,54 |
| Interacción | 3 | 2 185,84 | 728,61 | 1,79 | 0,18 |
| Error | 21 | 8 529,41 | 406,16 | | |
| Total | 31 | 13 973,47 | | | |

Cuadro 19A. Promedio de altura de plantas a los 90 días, cm, riego goteo.

| Factor A Variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Medias |
|------------------------|-----------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 119,88 | 72,38 | 112,25 | 85,00 | 97,38 |
| Fripapa | N ₂₀₀ | 94,38 | 59,63 | 84,63 | 82,63 | 80,31 |
| Estela | N ₁₅₀ | 88,88 | 63,75 | 65,13 | 72,38 | 72,53 |
| Estela | N ₂₀₀ | 105,63 | 77,00 | 111,50 | 129,75 | 105,97 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 70,50 | 76,50 | 128,00 | 50,25 | 81,31 |
| Natividad | N ₂₀₀ | 89,75 | 101,50 | 85,50 | 91,13 | 91,97 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 104,88 | 101,50 | 117,25 | 103,25 | 106,72 |
| Superchola | N ₂₀₀ | 67,00 | 79,75 | 143,13 | 124,88 | 103,69 |

Cuadro 20A. Análisis de la varianza altura de planta a los 90 días, cm, riego goteo. Zapotal julio del 2009

| Fuentes de variación | Gl | SC | CM | F | p>F |
|----------------------|----|-----------|--------|------|------|
| Repeticiones | 3 | 2 943,09 | 981,03 | 2,42 | 0,09 |
| Factor A | 3 | 1 754,59 | 584,86 | 1,45 | 0,26 |
| Factor B | 1 | 282,03 | 282,03 | 0,70 | 0,58 |
| Interacción | 3 | 2 796,09 | 932,03 | 2,30 | 0,11 |
| Error | 21 | 8 499,16 | 404,72 | | |
| Total | 31 | 16 274,97 | | | |

Cuadro 21A. Número de tubérculos por plantas, riego por goteo

| Factor A variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Medias |
|------------------------|-----------------------------|---------|-------|-------|-------|--------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 5,4 | 12,33 | 9,75 | 11,63 | 9,78 |
| Fripapa | N ₂₀₀ | 3,25 | 8,36 | 15,75 | 6,5 | 8,47 |
| Estela | N ₁₅₀ | 11,25 | 15,57 | 11,5 | 14,43 | 13,19 |
| Estela | N ₂₀₀ | 12,6 | 8,14 | 11,14 | 8,88 | 10,19 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 11,4 | 11 | 4,8 | 6 | 8,3 |
| Natividad | N ₂₀₀ | 11,38 | 12,5 | 7,13 | 10,13 | 10,29 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 10 | 5 | 4 | 7 | 6,5 |
| Superchola | N ₂₀₀ | 7,71 | 3 | 5,36 | 8 | 6,02 |

Cuadro 22A. Análisis de la varianza número de tubérculos, por planta riego por goteo. Zapotal julio 2009

| Fuentes de variación | Gl | SC | CM | F | p>F |
|----------------------|----|--------|-------|--------|-------|
| Repeticiones | 3 | 3,09 | 1,03 | 0,0971 | 0,960 |
| Factor A | 3 | 121,15 | 40,38 | 3,8064 | 0,025 |
| Factor B | 1 | 3,94 | 3,94 | 0,3715 | 0,555 |
| Interacción | 3 | 26,73 | 8,91 | 0,8397 | 0,510 |
| Error | 21 | 222,80 | 10,61 | | |
| Total | 31 | 377,70 | | | |

Cuadro 23A. Peso de tubérculos, g por planta, riego por goteo

| Factor A variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Medias |
|------------------------|-----------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 215,00 | 333,33 | 233,75 | 251,25 | 258,33 |
| Fripapa | N ₂₀₀ | 237,50 | 252,86 | 361,25 | 235,00 | 271,65 |
| Estela | N ₁₅₀ | 362,50 | 468,57 | 325,00 | 357,14 | 378,30 |
| Estela | N ₂₀₀ | 336,00 | 381,41 | 421,43 | 306,25 | 361,27 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 220,00 | 118,00 | 74,00 | 52,20 | 116,05 |
| Natividad | N ₂₀₀ | 183,75 | 190,00 | 103,75 | 257,50 | 183,75 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 110,00 | 75,00 | 80,00 | 92,50 | 89,38 |
| Superchola | N ₂₀₀ | 124,29 | 50,00 | 215,27 | 306,25 | 173,95 |

Cuadro 24A. Análisis de la varianza peso de tubérculos, g, por planta riego por goteo. Zapotal julio del 2009

| Fuentes de variación | Gl | SC | CM | F | p > F |
|----------------------|----|------------|-----------|---------|-------|
| Repeticiones | 3 | 526,50 | 175,50 | 0,0354 | 0,990 |
| Factor A | 3 | 29 4781,50 | 98 260,50 | 19,8028 | 0,000 |
| Factor B | 1 | 1 1036,00 | 11 036,00 | 2,2241 | 0,148 |
| Interacción | 3 | 1 3372,13 | 4 457,38 | 0,8983 | 0,539 |
| Error | 21 | 10 4201,13 | 4961,96 | | |
| Total | 31 | 42 3917,25 | | | |

Cuadro 25A. Rendimiento toneladas por hectárea, riego goteo

| Factor A Variedades | Factor B Dosis nitrógeno | Bloques | | | | Medias |
|------------------------|-----------------------------|---------|-------|-------|-------|--------|
| | | I | II | III | IV | |
| Fripapa | N ₁₅₀ | 8,82 | 13,67 | 9,58 | 10,30 | 10,59 |
| Fripapa | N ₂₀₀ | 9,74 | 10,37 | 14,81 | 9,64 | 11,14 |
| Estela | N ₁₅₀ | 14,86 | 19,21 | 13,33 | 14,64 | 15,51 |
| Estela | N ₂₀₀ | 13,78 | 15,64 | 17,28 | 12,56 | 14,81 |
| Natividad | N ₁₅₀ | 9,02 | 4,84 | 3,03 | 2,14 | 4,76 |
| Natividad | N ₂₀₀ | 7,53 | 7,79 | 4,25 | 10,56 | 7,53 |
| Superchola | N ₁₅₀ | 4,51 | 3,08 | 3,28 | 3,79 | 3,66 |
| Superchola | N ₂₀₀ | 5,10 | 2,05 | 8,83 | 12,56 | 7,13 |

**Cuadro 26A. Análisis de la varianza rendimiento toneladas por hectárea,
riego por goteo. Zapotal julio del 2009**

| Fuentes de variación | Gl | SC | CM | F | p > F |
|----------------------|----|--------|--------|---------|-------|
| Repeticiones | 3 | 1,17 | 0,39 | 0,0462 | 0,986 |
| Factor A | 3 | 492,75 | 164,25 | 19,4139 | 0,000 |
| Factor B | 1 | 20,14 | 20,14 | 2,3812 | 0,134 |
| Interacción | 3 | 21,57 | 7,19 | 0,8500 | 0,515 |
| Error | 21 | 177,67 | 8,46 | | |
| Total | 31 | 713,32 | | | |

Cuadro 27 A. comparación de rendimiento, variedades, sistemas de riego y dosis de nitrógeno t/ha Zapotal julio 2009

| Tratamientos | Factor A | factor B | Factor C | Bloques | | | | suma | Promedios |
|--------------|-------------------|------------|-----------------|---------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | | | | I | II | III | IV | | |
| | Sistemas de riego | Variedades | dosis nitrógeno | | | | | | |
| T1 | Goteo | Fripapa | N 150 | 8,82 | 13,67 | 9,58 | 10,30 | 42,37 | 10,59 |
| T2 | | | N200 | 9,74 | 10,37 | 14,81 | 9,64 | 44,56 | 11,14 |
| T3 | | Estela | N150 | 14,86 | 19,21 | 13,33 | 14,64 | 62,04 | 15,51 |
| T4 | | | N200 | 13,78 | 15,64 | 17,28 | 12,56 | 59,26 | 14,82 |
| T5 | | Natividad | N150 | 9,02 | 4,84 | 3,03 | 2,14 | 19,03 | 4,76 |
| T6 | | | N200 | 7,53 | 7,79 | 4,25 | 10,56 | 30,13 | 7,53 |
| T7 | | Superchola | N150 | 4,51 | 3,08 | 3,28 | 3,79 | 14,66 | 3,67 |
| T8 | | | N200 | 5,10 | 2,05 | 8,83 | 12,56 | 28,54 | 7,14 |
| T9 | Gravedad | Fripapa | N150 | 3,22 | 4,84 | 8,88 | 4,03 | 20,97 | 5,24 |
| T10 | | | N200 | 7,09 | 4,51 | 7,31 | 7,35 | 26,26 | 6,57 |
| T11 | | Estela | N150 | 8,82 | 6,33 | 5,95 | 9,72 | 30,82 | 7,71 |
| T12 | | | N200 | 5,13 | 6,74 | 7,38 | 6,41 | 25,66 | 6,42 |
| T13 | | Natividad | N150 | 4,03 | 4,44 | 3,69 | 2,87 | 15,03 | 3,76 |
| T14 | | | N200 | 6,61 | 3,83 | 3,49 | 3,64 | 17,57 | 4,39 |
| T15 | | Superchola | N150 | 2,73 | 2,60 | 2,67 | 2,46 | 10,46 | 2,62 |
| T16 | | | N200 | 5,23 | 2,61 | 3,92 | 3,27 | 15,03 | 3,76 |

Cuadro 28A. Costo de producción en 1 ha papa, sin material vegetativo, dosis de nitrógeno y sistema de riego, dólares

| Actividades | Unidad | Cantidad | Costo unitario | Costo total |
|-------------------------|--------|----------|----------------|-------------|
| 1. Preparación de suelo | | | | |
| 1.1 Arado y rastra | h/m | 4 | 35 | 140,00 |
| 2. Siembra | | | | |
| 2.1 Mano de obra | jornal | 80 | 8 | 640,00 |
| 3. Control sanitario | | | | |
| 3.1 Agroquímicos | | | | |
| Rescate | kg | 0.2 | 200 | 40,00 |
| Amistar | Kg | 1 | 237 | 237,00 |
| Omite | Kg | 5 | 20,8 | 104,00 |
| Avalancha | kg | 7 | 18,18 | 127,26 |
| Actara | kg | 0,9 | 206 | 185,40 |
| Fixer plus | l | 0,4 | 10,50 | 4,20 |
| Ciperpac | l | 0,3 | 9 | 2,70 |
| Agral | l | 0,6 | 11,5 | 6,90 |
| Verlaq | l | 0,3 | 61,30 | 18,39 |
| Vitavax | kg | 1 | 24 | 24,00 |
| 3.2 Aplicación | Jornal | 12 | 8 | 96,00 |
| 4. Control de maleza | | | | |
| 4.1 mano de obra | jornal | 40 | 8 | 320,00 |
| Total | | | | 1 945,85 |



Figura 1A. Instalación de las tuberías, sistema de riego por goteo.



Figura 2A. Preparación de terreno, sistema de riego por gravedad.



Figura 3A. Instalación de tuberías, riego por goteo



Figura 4A. Riego por gravedad.



Figura 5A. Siembra de tubérculo, riego por goteo.



Figura 6A. Siembra de tubérculo, riego por gravedad.



Figura 7A. Germinación, riego por goteo.



Figura 8A. Germinación, riego por gravedad.



Figura 9 A. Desarrollo de la planta, riego goteo



Figura 10 A. Desarrollo de las plantas, riego gravedad.



Figura 11A. Cosecha, variedad Estela



Figura 12 A. Cosecha, variedad Fripapa.

