

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**



**“REGIMENES DE RIEGO Y MOMENTOS DE APLICACIÓN DE
CITOQUININAS EN PAPA (*Solanum tuberosum*) var. UNICA, BAJO
GOTEO”**

Presentada por:

JUZLY CAMACHO LEON

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Lima - Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**“REGIMENES DE RIEGO Y MOMENTOS DE APLICACIÓN DE
CITOQUININAS EN PAPA (*Solanum tuberosum*) var. UNICA, BAJO
GOTEO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO MAGISTER
SCIENTIAE**

Presentada por:

JUZLY CAMACHO LEON

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

M.Sc. Andrés Casas Díaz

PRESIDENTE

Mg.Sc. Lorenzo Hurtado Leo

ASESOR

Mg.Sc. Gilberto Rodríguez Soto.

CO-ASESOR

Mg.Sc. Iván Soto Rodríguez

MIEMBRO

Mg.Sc. Jorge Tobaru Hamada

MIEMBRO

A Dios por estar siempre presente.

A mis padres Jesús y Gladis por
guiarme en la vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme culminar este trabajo y cuidar siempre a mi familia.

A mi familia, gracias por todo el sacrificio que me permitió seguir este camino.

Al Ing. Lorenzo Hurtado Leo, por su orientación, acertados comentarios y enseñanzas, no solo durante la realización de este trabajo, sino permanentemente.

Al Ing. Gilberto Rodríguez, por su cooperación constante e importantes comentarios para mejorar esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Agronomía del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	3
2.2 Efectos del régimen de riego en el cultivo de papa:	5
2.3 Reguladores de crecimiento en la agricultura moderna:	12
2.4 Citoquininas en la agricultura moderna:	15
III. MATERIALES Y METODOS	20
3.1 Materiales:	20
3.1.1 Lugar:	20
3.1.2 Cultivo de papa variedad Única.	25
3.1.3 Citoquininas:	26
3.1.4 Materiales de Campo:	27
3.1.5 Materiales de Oficina:	28
3.2. Metodología de Aplicación:	29
3.2.1 Conducción del Experimento:	29
3.2.2 Preparación del terreno:	29
3.2.3 Muestreo de suelo:	29
3.2.4 Desinfección de semilla:	29
3.2.5 Siembra:	30
3.2.6 Cultivos y deshierbos.	30
3.2.7 Fertilización:	31
3.2.8 Riegos:	31
3.2.9 Sanidad.	36
3.2.10 Cosecha.	37
3.2.11 Evaluaciones fenológicas.	38
3.3. Factores en estudio	39
3.4. Diseño experimental	41
3.5. Croquis del campo experimental	41
3.6. Variables por evaluar	43
3.6.1. Variables de desarrollo vegetal:	43
3.6.2. Rendimiento:	44
3.6.3. Calidad:	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	45
4.1. Variables de crecimiento vegetal (altura y área foliar):	45

4.2 Variable de desarrollo vegetal (Materia seca):.....	51
4.3 Variables de los componentes de rendimiento:.....	60
4.4 Variables de Rendimiento	69
4.5 Variables según calidad del tubérculo:.....	75
4.6 Análisis Económico:	82
V. CONCLUSIONES	84
VI. RECOMENDACIONES	85
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	86
VIII. ANEXOS	93

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1 Análisis fisicoquímico del suelo.	22
Cuadro 2 Análisis del agua de riego.	23
Cuadro 3 Registros climatológicos de la zona de la Molina periodo: septiembre 2018- enero 2019.	24
Cuadro 4 Composición química de ULTRACYTO.	26
Cuadro 5 Propiedades físicas de “ULTRACYTO”	26
Cuadro 6: Cronograma de cultivos y deshierbos del ensayo.	30
Cuadro 7 Cronograma de fertilización.	32
Cuadro 8: Programación de Riego Lamina 150 mm (Etc) en Estudio.	33
Cuadro 9 Programación de Riego Lamina 250 mm (Etc) en Estudio.	34
Cuadro 10 Programación de Riego Lamina 350 mm (Etc) en Estudio.	35
Cuadro 11: Cronograma de observaciones fitosanitarias.	36
Cuadro 12 Cronograma de aplicaciones fitosanitarias.	37
Cuadro 13: Evaluaciones fenológicas del experimento, codificación (BBCH).	38
Cuadro 14 Eficiencia de agua aplicada en riego.	40
Cuadro 15 Factores y fuentes de variación del diseño experimental.	41
Cuadro 16: Variables de crecimiento altura de planta y área foliar (cm).	45
Cuadro 17 Prueba de TUKEY para la variable altura de planta (cm) factor lamina ($\alpha=0.05$).	46
Cuadro 18: Prueba de TUKEY para la variable altura de planta (cm) factor momento ($\alpha=0.05$).	46
Cuadro 19: Prueba de TUKEY para la variable área foliar (cm) de planta factor lamina ($\alpha=0.05$).	49
Cuadro 20: Prueba de TUKEY para la variable área foliar de planta factor momento ($\alpha=0.05$).	49
Cuadro 21 Variables de materia seca (g) de los distintos órganos de la planta.	51
Cuadro 22: Prueba de TUKEY para la variable materia seca total (g) de planta factor lamina ($\alpha=0.05$).	52
Cuadro 23: Prueba de TUKEY para la variable materia seca total (g) de planta factor momento ($\alpha=0.05$).	52

Cuadro 24: Prueba TUKEY para la variable materia seca de los foliolos (g) de la planta factor lamina ($\alpha=0.05$).....	54
Cuadro 25: Prueba de TUKEY para la variable materia seca de los foliolos (g) de la planta factor momento ($\alpha=0.05$).....	54
Cuadro 26: Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tallo (g) de la planta para el factor lamina ($\alpha=0.05$).....	56
Cuadro 27: Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tallo (g) de la planta para el factor momento ($\alpha=0.05$).....	56
Cuadro 28: Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tubérculos (g) de la planta para el factor lamina ($\alpha=0.05$).	58
Cuadro 29 : Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tubérculos (g) de la planta para el factor momento ($\alpha=0.05$).....	58
Cuadro 30 Componentes del rendimiento.	60
Cuadro 31: Prueba de TUKEY para la variable número de plantas por m ² para el factor lamina ($\alpha=0.05$).	61
Cuadro 32: Prueba de TUKEY para la variable número de plantas por m ² para el factor momento ($\alpha=0.05$).....	61
Cuadro 33: Prueba de TUKEY para la variable número promedio de tubérculos por planta para el factor lamina ($\alpha=0.05$).	63
Cuadro 34 Prueba de TUKEY para la variable número promedio de tubérculos por planta para el factor momento ($\alpha=0.05$).....	63
Cuadro 35: Prueba de TUKEY para la variable número promedio de tubérculos por planta para la interacción lamina * momento ($\alpha=0.05$).....	64
Cuadro 36: Prueba de TUKEY para la variable peso promedio de tubérculos (g) por planta para el factor lamina ($\alpha=0.05$).	66
Cuadro 37 Prueba de TUKEY para la variable peso promedio de tubérculos (g) por planta para el factor momento ($\alpha=0.05$).....	66
Cuadro 38 Prueba de TUKEY para la variable peso promedio de tubérculos (g) por planta para la interacción lamina * momento ($\alpha=0.05$).....	67
Cuadro 39 Variables de rendimiento kg/ha.	69
Cuadro 40 Prueba de TUKEY para la variable rendimiento por ha (kg/ha) para el factor lamina ($\alpha=0.05$).	70
Cuadro 41: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento por ha (kg/ha) para el factor momento ($\alpha=0.05$).....	70

Cuadro 42: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento comercial (kg/ha) para el factor lamina ($\alpha=0.05$).	73
Cuadro 43: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento comercial (kg/ha) para el factor momento ($\alpha=0.05$).	73
Cuadro 44 Variables de rendimiento según calidad.	75
Cuadro 45: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 1era para el factor lamina ($\alpha=0.05$).	76
Cuadro 46: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 1era para el factor momento ($\alpha=0.05$).	76
Cuadro 47: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 2da para el factor lamina ($\alpha=0.05$)	78
Cuadro 48: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 2da para el factor momento ($\alpha=0.05$).	78
Cuadro 49: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 3era para el factor lamina ($\alpha=0.05$).	80
Cuadro 50: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 3era para el factor momento ($\alpha=0.05$).	80
Cuadro 51 Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (kg/ha) de 3era para la interacción lamina de riego * momento de aplicación de citoquininas.....	81
Cuadro 52 Análisis económico de los tratamientos.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Foto tubérculo, hoja, tallo papa UNICA (foto: Maria Miky.).....	25
Figura 2: Efecto de la lámina de riego y los momentos de aplicación en la altura de planta.	46
Figura 3: Efecto de las láminas de riego y los momentos de aplicación en el área foliar (cm).	49
Figura 4: Efecto de láminas de riego y momentos de aplicación en el peso seco total por planta.	52
Figura 5: Efecto de tres láminas de riego y 4 momentos de aplicación en la materia seca de foliolos.....	54
Figura 6: Efecto de las láminas de riego y momentos de aplicación en el peso seco del tallo.	56
Figura 7: Efecto de las láminas de riego y momento de aplicación en el peso seco de los tubérculos.	58
Figura 8: Efecto de distintas laminas y momentos de aplicación en el número de plantas por m2.	61
Figura 9: Efecto de 3 láminas de riego y 4 momentos de aplicación de citoquininas en el número de tubérculos por planta.	63
Figura 10: Efecto de 3 láminas de riego y 4 momentos de aplicación en el peso promedio de tubérculos por planta.	66
Figura 11: Efecto de tres láminas de riego y 4 momentos de aplicación en el rendimiento total por hectárea.....	70
Figura 12: Efecto de las láminas de riego y los momentos de aplicación en el rendimiento comercial de la papa.	73
Figura 13: Efecto de las láminas de riego y momentos de aplicación de citoquininas en el rendimiento de primera.....	76
Figura 14: Efecto de las láminas de riego y momentos de aplicación de citoquininas en el rendimiento de segunda.	78
Figura 15: Efecto de las láminas de riego y momentos de aplicación de citoquininas en el rendimiento de tercera.	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Altura de planta (cm)	93
Anexo 2: Índice de area foliar (cm)	94
Anexo 3: Materia seca total (g)	95
Anexo 4: Materia seca de foliolos (g)	96
Anexo 5: Materia seca de tallos (g)	97
Anexo 6 Materia seca de tuberculos (g)	98
Anexo 7: Rendimiento total por hectárea (kg/ha)	99
Anexo 8: Rendimiento comercial por hectárea (kg/ha)	100
Anexo 9: Rendimiento de primera por hectárea (kg/ha)	101
Anexo 10: Rendimiento de segunda por hectárea (kg/ha)	102
Anexo 11: Rendimiento de tercera por hectárea (kg/ha)	103
Anexo 12: Numero promedio de tubérculos por planta	104
Anexo 13: Peso promedio de tubérculos por planta	105
Anexo 14: Numero de plantas por m ²	106
Anexo 15: Costo de producción... ..	107
Anexo 16: Costos de agua, Citoquininas y Sistema de riego	109

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó para evaluar el efecto de la interacción de tres momentos de aplicación de citoquininas y tres regímenes de riego en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*). Fue conducido en la unidad de investigación del departamento académico de suelos de la Facultad de Agronomía en la Universidad Nacional Agraria la Molina (12 05 06 S, 76 57 00 W) Región Lima, de setiembre del 2018 a enero del 2019. El diseño experimental utilizado fue parcelas divididas con bloques, los regímenes de riego fueron dispuestos aleatoriamente en las parcelas y los momentos aleatoriamente en las subparcelas. La aplicación de citoquininas se realizó en un momento del ciclo vegetativo a los 25 dde (días después de emergencia), en dos momentos del ciclo vegetativo 25 y 50 dde y en tres momentos del ciclo vegetativo 25-50 y 75. Los tres regímenes de riego, en base a un riego programado neto de 150 mm/campaña, 250 mm/campaña y 350 mm/campaña. La prueba de TUKEY ($p \leq 0.05$) estableció que el mayor rendimiento se presentó con la lámina de 250 mm con 26,321 kg/ha similar estadísticamente a la lámina de 350 mm con 25,931 kg/ha y el menor promedio que difiere estadísticamente de los dos anteriores fue con la lámina de 150 mm con 17,438 kg/ha. Respecto a los momentos de aplicación de citoquininas el mejor rendimiento caracterizo a la aplicación de citoquininas en tres oportunidades del ciclo vegetativo a los 25,50 y 75 días después de la emergencia, con un rendimiento de 24,648 kg/ha similar estadísticamente con la aplicación en dos momentos del ciclo vegetativo a los 25 y 50 dde con un rendimiento de 23,273 kkg/ha y diferentes estadísticamente del testigo no aplicado, que obtuvo el menor rendimiento promedio con 22,211 kg/ha.

Palabras claves: Citoquininas, papa, rendimiento, regímenes de riego.

ABSTRACT

The present research work was carried out to evaluate the effect of the interaction of three moments of application of cytokinins and the irrigation regimes on the yield of the potato (*Solanum tuberosum*). It was conducted in the research unit of the academic department of the soils of the Faculty of Agronomy at the National Agrarian University La Molina (12 05 06 S, 76 57 00 W) Lima Region, from September 2018 to January 2019. The experimental design used was divided plots with blocks, the irrigation regimes was randomly arranged in the plots and the times randomly in the subplots. The application of cytokinins was done at a time of the vegetative cycle at 25 dae (days after emergence), in two times of the vegetative cycle 25 and 50 dae and at the times of the vegetative cycle 25-50 and 75. The three regimes of Irrigation, based on a programmed irrigation of 150 mm / campaign, 250 mm / campaign and 350 mm / campaign. The TUKEY test ($p \leq 0.05$) established that the highest yield was presented with the 250 mm sheet with 26,321 kg / ha statistically similar to the 350 mm sheet with 25,931 kg / ha and the lowest average that statistically differs from the two previous was with the 150 mm sheet with 17,438 kg / ha. Regarding the moments of application of cytokinins, the best performance characterized the application of cytokinins in three opportunities of the vegetative cycle at 25.50 and 75 days after emergence, with a yield of 24.648 kg / ha statistically similar to the application in two moments of the vegetative cycle at 25 and 50 dae with a yield of 23,273 kg / ha and statistically different from the non-applied control, which obtained the lowest average yield with 22,211 kg / ha.

Key words: Cytokinins, potato, yield, regimens of irrigation.

I. INTRODUCCIÓN

La papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de consumo humano después del arroz y del trigo, aproximadamente 1.4 mil millones de personas alrededor del mundo consumen papa como alimento básico, es esencial en términos de seguridad alimentaria debido a sus características nutritivas y como fuente de energía (CIP 2019). En el Perú MINAGRI (2017) señala que el Valor Bruto de la Producción (VBP) de Papa en el 2016, llegó a representar el 10,6% del Sub sector agrícola; se siembra en 19 de las 25 regiones siendo puno el mayor productor (MINAGRI 2017).

Una de las principales problemáticas que en la actualidad afrontamos es el bajo rendimiento promedio nacional. Según MINAGRI (2017) dentro del conjunto de 150 países en el mundo que siembran papa el Perú en el 2016 ocupó el puesto 8 en superficie cosechada. No obstante, desde la perspectiva de la productividad por ha, la ubicación del Perú se vio relegada al puesto 122 con un rendimiento promedio de 14,778 kg/ha, inferior en 26,0%, respecto del promedio mundial.

Una de las soluciones que en la actualidad se trabaja para afrontar esta problemática en diversos cultivos es el uso de reguladores de crecimiento. El uso de reguladores de crecimiento se ha convertido en un componente importante de los procedimientos agrotécnicos, para la mayoría de las plantas cultivadas y especies frutales, es la razón por la que ha asumido una parte integral de técnicas agrícolas modernas para aumentar la producción y calidad (Mahaveer et al. 2017).

El uso eficiente de agua es otra solución que hoy en día se trabaja, pues el agua se ha convertido en los últimos años en uno de los principales factores limitantes para alcanzar una mayor productividad ya sea debido a sus escasas o su deficiente utilización. El agua constituye el principal factor limitante del crecimiento de las plantas en la tierra (Hanson y Hitz 1982). En agricultura el factor crítico de la producción que amenaza la vida de las plantas y evitan que estas alcancen su máximo potencial genético es el inadecuado uso de agua (Mahajan 2005).

Aún existe la incertidumbre sobre los momentos y dosis de aplicación de fitohormonas en el cultivo de papa y el efecto de estas aplicaciones a distintos regímenes de riego, pues como sabemos los reguladores de crecimientos tienen diversos efectos que tienen que ver con el momento, la dosis la situación del cultivo y el estadio fenológico, motivo por el cual se realizó el presente proyecto.

Por tanto, el propósito de la investigación responde a las siguientes interrogantes:

- ¿En qué medida los efectos de interacción entre distintos regímenes de riego y momentos de aplicación de citoquininas influyen en el crecimiento y rendimiento en papa variedad Única, bajo goteo ?
- ¿En qué medida el diferenciado régimen de riego influye en el rendimiento de papa variedad Única bajo riego por goteo?
- ¿En qué medida la aplicación de citoquininas, en distintos momentos del ciclo del cultivo, influye en el rendimiento de papa variedad Única?

El objetivo principal de esta investigación fue determinar la influencia de la aplicación de citoquininas en distintos momentos del ciclo vegetativo en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Única sometido a distintos regímenes de riego.

Los objetivos específicos:

- Determinar los efectos de los distintos regímenes de riego, en el crecimiento y rendimiento de papa variedad Única
- Determinar los efectos de la aplicación de citoquininas en el crecimiento y rendimiento de papa variedad UNICA

Debido a la importancia económica, alimenticia, como sustento familiar, fuente de trabajo y dependencia económica de un grupo humano que pertenece a un segmento vulnerable y de pobreza o pobreza extrema en el Perú, se planteó la presente investigación en el uso de distintos momentos de aplicación de citoquininas y regímenes de riego para poder contribuir con soluciones viables que permitan mayores rendimientos en el cultivo de papa, que mejore la calidad de vida de los segmentos sociales asociados a su producción.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Agronomía del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)

La papa (*Solanum tuberosum* L) es una especie herbácea que pertenece al género *Solanum* de la familia de las solanáceas cultivada en todo el mundo por sus tubérculos comestibles que presentan un alto contenido de carbohidratos, proteínas y vitaminas, es originaria de la región que hoy comprendería al altiplano sur del Perú (Spooner et al. 2005).

Hawkes (1990) explica que la especie *S. tuberosum* se diferencia de las otras especies de la misma serie taxonómica por presentar la articulación del pedicelo en el tercio medio, los lóbulos del cáliz cortos y dispuestos de modo regular, las hojas frecuentemente arqueadas, los folíolos siempre ovados a lanceolados, aproximadamente del doble de largo que de ancho y los tubérculos con un período de dormancia bien marcado, además presenta hojas imparipinnadas o simples, su corola rotada o pentagonal y sus bayas redondeadas.

Vásquez (1988) señala que la raíz es axonomorfa, es decir, que la raíz principal tiene un crecimiento diferenciado de las secundarias, ramificado, con los ejes secundarios poco desarrollados, esto cuando la planta procede de semilla. Cuando se siembra un tubérculo se forman raíces adventicias que se originan de los nudos basales del brote. También Huamán (1986) señala que, En comparación con otras especies cultivadas, la papa tiene un sistema radical débil; por lo general, penetra hasta los primeros 30 centímetros del suelo, pero puede alcanzar hasta 1.50 metros, dependiendo del cultivar, en especies silvestres es normal encontrar raíces de más de dos metros de extendidas lateralmente.

MINAGRI (2017) señala que la papa se cultiva en 19 de las 25 regiones del país, teniendo una participación del 47.1% la zona Sierra Sur del país (Puno, Apurímac, Cusco, Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna), el 28.5% al conjunto de regiones de la Zona Sierra Centro (Huánuco, Junín, Huancavelica y Pasco), el 20,3% al grupo de regiones la Zona Sierra Norte (La Libertad, Cajamarca, Ancash, Amazonas, Piura y Lambayeque); y, el 4,1% restante, a la producción de las regiones de la Zona Centro Costa (Lima e Ica). En la ilustración 2 se

observa que en 10 de las 19 regiones productoras de papa, se obtiene rendimientos por encima del promedio nacional, que fue de 14,5 t/ha, y que la producción de papa ha venido creciendo, principalmente, en base a la mejora de rendimientos, que de una expansión de las áreas cosechadas.

La variedad UNICA fue seleccionada y evaluada por el CIP durante más de 7 años, sembrada en experimentos en más de 20 localidades, el proceso iniciado el año 1991, tuvo tres fases (Mendoza et al., 2003): 1. Por resistencia a virus PVY (Potato Virus Y) y PVX (Potato Virus X), 2. Por tolerancia al virus PLRV (Potato Leaf Roll Virus) y al nematodo RKN (Root Knot Nematode) y 3. Por adaptabilidad a climas áridos y cálidos. entre sus principales atributos resaltan la resistencia a virus (PVY), su tolerancia al calor, su moderada resistencia al nematodo del nudo (*Meloidogyne* spp.), su precocidad, su estabilidad de rendimiento en varias épocas de siembra y su leve tolerancia a sales (Gutiérrez et al. 2007).

El período de dormancia de la semilla alcanza los 40 a 50 días ligeramente corta al compararse con variedades silvestres, presenta ligera dominancia apical. El período vegetativo es precoz (70 a 90 dds) en condiciones de trópico alto o Sierra (2.000 a 3.800 msnm) para fines de multiplicación de semilla, presenta características de semi-precoz (90 a 110 dds) en condiciones de trópico bajo como la Costa o los Valles Interandinos (0 a 1.500 msnm) (Gutiérrez et al 2007).

Alto rendimiento potencial ($50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) es una de sus características más destacables. Para el invierno en zonas de Costa Peruana (trópico bajo) y en épocas húmedas de la zona Sierra (trópico alto) se puede alcanzar el rendimiento potencial. (Gutiérrez et al. 2007). Los rendimientos promedios más altos registrados en el 2016 del Perú se encontraron alrededor de 33.5 t/ha en la ciudad de Arequipa, muy por debajo del potencial genético de rendimiento que tiene la variedad UNICA (MINAGRI 2017).

Posee ligera tolerancia a sales y a temperaturas cálidas, pudiendo tuberizar con temperaturas nocturnas de hasta 16 °C (Vásquez 2003) importante característica debido a que la producción de papa en la Costa Peruana se ve afectada por el incremento de la temperatura, inhibiéndose la tuberización en las variedades tradicionales. La amplia adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas de la Costa favorece la programación de las siembras y cosechas en una mayor amplitud de épocas (CIP 1997 y 1998; UNICA 1998).

2.2 Efectos del régimen de riego en el cultivo de papa:

El agua es el principal constituyente de tejidos verdes en las plantas, considerada como el elemento necesario para la vida en el planeta, (Patricia, M. 2009) señala que una tercera parte de la superficie del planeta se considera como árida o semiárida, mientras que la mayoría de la superficie restante está sujeta a períodos temporales de déficit hídrico. De esta manera, el agua constituye el principal factor limitante del crecimiento de las plantas en la tierra, actuando como una fuerza selectiva de primer grado para la evolución y distribución de las especies vegetales (Hanson y Hitz 1982).

Kramer y Boyer (1995) señalaron que en solución acuosa ocurre la mayor parte de las reacciones metabólicas, además de procesos necesarios como el crecimiento celular, la fotosíntesis y por lo tanto la misma productividad. (Taiz y Zeiguer 2006) añadieron que por esta razón la escasez de agua en el ambiente de la planta origina respuestas negativas en su crecimiento y productividad.

Hargreaves & Merkle (2000) e INIA (2013) precisan que conocer el requerimiento hídrico de un cultivo es preponderante ya que constituye la cantidad de agua que necesita la planta para satisfacer sus necesidades fisiológicas. La planta pertenece a un microsistema, con aportes hídricos (precipitación efectiva, aporte eventual del nivel freático, capacidad de almacenamiento del suelo) y salidas de agua (evapotranspiración) que al final conlleva a un punto importante que es el balance hídrico (Vásquez et al. 2017).

Hurtado (2002) menciona que el suelo actúa como un reservorio que contiene cierta cantidad de agua de la cual solo una parte y en diferente grado se encuentra disponible para las plantas, capacidad de campo (CC, 0.33 bares) y el punto de marchitez permanente (PMP, 15 bares), además considerar que niveles superiores a (CC) ocasionaran falta de aireación. Una persistente deficiencia de aire, puede producir daños fisiológicos en las plantas en diferentes niveles según la severidad de la exposición. (Vásquez et al. 2017).

Lamentablemente no se puede esperar una perfecta correlación entre las medidas de la tensión hídrica del suelo y el rendimiento (Kramer 1974). En el cultivo de maíz se encontró que la transpiración y el crecimiento estaban limitadas por el contenido hídrico del suelo en

un nivel más alto en días de sol con mucha transpiración que en días nublados en que los coeficientes de transpiración eran bajos (Denmbad y Shaw 1962)

Mahajan, S (2005) señala que, en agricultura el factor crítico de la producción que amenaza la vida de las plantas y evitan que estas alcancen su máximo potencial genético y limita la producción en todo el mundo es el agua. Por tanto, es importante el trabajo que se realiza para determinar un adecuado régimen de riego en los cultivos para obtener mayores rendimientos y cuidar el agua.

Kumar et al. (2003) La mala distribución del agua durante el ciclo de vida de los cultivos conduce a problemas como la limitación hídrica que reducen el crecimiento foliar, el índice de área foliar, la cobertura del suelo, la tasa de fotosíntesis por unidad de área foliar, el ciclo se acorta, el índice de cosecha, el número y el tamaño de los tubérculos se reduce. Pero si los períodos de sequía son breves durante el abultamiento del tubérculo conduce a tubérculos en forma de mancuerna, nudosos o puntiagudos (Eiasu et al. 2007).

Bustan et al. (2004) manifiestan que una deficiente distribución de agua que no guarde relación con las necesidades hídricas de la papa puede conducir a una limitación hídrica, que reduciría la transpiración y se produciría un incremento en la temperatura de la planta que a su vez afectaría la formación del tubérculo. Las plantas preforzadas exhiben un mayor contenido relativo de agua con un potencial de turgencia cero que las plantas sin estrés (Coleman 1988). La papa al ser sensible al estrés hídrico es exigente en agua, necesitando de 400 a 700 litros para producir 1 kilogramo de materia seca en los tubérculos (Beukema & Van der Zaag 1979).

Algunos investigadores señalan que el período crítico al déficit hídrico en la papa es durante la tuberización, requiriéndose de un adecuado suministro de agua desde su inicio hasta la madurez completa de los tubérculos para obtener altos rendimientos (Salter & Goode, 1967; Jensen et al. 2000 y Egúsquiza, 2000), otros sostienen que tanto el periodo de estolonización e iniciación del tubérculo son dos períodos críticos más sensibles al déficit de agua con relación al periodo inicial y maduración (Martínez et al. 1992; Kumar et al. 2003 y Vásquez et al. 2017). Sin embargo, todos coinciden que el principal efecto del estrés hídrico en la papa es la reducción del rendimiento (Jensen et al. 2000).

Kleinkopf et al. (1981) y Bailey (2000) sostienen que la limitada tolerancia de la papa a la sequía se debe a los efectos del ineficaz sistema radicular y la tendencia de las estomas a cerrarse, mermando de esta manera el desarrollo vegetativo en respuesta a reducir el déficit de agua.

De la misma forma un exceso del agua durante prolongados periodos del ciclo de la planta conduce a problemas de limitación de oxígeno. Walker (1975) señala que, la limitación de oxígeno origina numerosos cambios físicos, químicos y biológicos en el suelo, entre los que cabe destacar: la producción de sustancias tóxicas (ácidos orgánicos, hidrocarburos gaseosos p.ej.: metano-, dióxido de carbono y sulfuros), así como de etileno; y la pérdida de compuestos solubles de nitrógeno y desequilibrios en otros nutrientes debido a la actividad anaeróbica microbiana.

Joshi & Kumar (2012) señalan que, durante la inundación o anegamiento, la transferencia de oxígeno y otros compuestos entre el suelo y la atmósfera se bloquea, y el poco O₂ disuelto disponible en el agua es consumido por las plantas, fauna del suelo y microorganismos hasta su total agotamiento. Ante la baja disponibilidad de O₂ (hipoxia) o ausencia de oxígeno (anoxia), se afecta el funcionamiento normal de las plantas, principalmente por la disminución de la síntesis de ATP, causando marchitamiento en las plantas anegadas (Sairam et al. 2008).

Stanhill (1957) menciona que las condiciones ambientales son otro factor importante a tomar en cuenta para distribuir el agua a través del ciclo de los cultivos. (Doorenbos y Kassan 1979) señalan que el límite superior de producción de un cultivo está determinado por las condiciones hídricas y climáticas y por el potencial genético del mismo, la máxima expresión de su potencial depende de la precisión con la que los aspectos técnicos del suministro de agua estén en concordancia con las necesidades biológicas de agua esto explica la necesidad de aportar agua en la cantidad y tiempo que necesita el cultivo para un óptimo desarrollo y en consecuencia altos rendimientos.

Murillo (2018) realizó un trabajo para evaluar el riego parcial a niveles de humedad del suelo, en papa (*Solanum spp.*), describiendo la respuesta del cultivo de papa (*Solanum spp*) variedad victoria en Riobamba-Ecuador, con el objetivo de valorar la utilidad y aplicabilidad de las técnicas y estrategias de “riego parcial con diferentes niveles de humedad en el suelo”,

mediante riego localizado en la modalidad de dos laterales por lomo de surco, las cuales fueron enumeradas, permitiendo dotar láminas riego solo con las impares y luego con las pares, para lo cual se establecieron tres tratamientos con el 25, 50 y 75 % de agotamiento entre los niveles de capacidad de campo y punto de marchitez permanente. Empleándose la prueba de Scheffé, con un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las necesidades hídricas se determinaron a partir de la curva de coeficiente de cultivo (Kc), mediante el establecimiento de un lisímetro de drenaje por tratamiento y una estación meteorológica portátil, además del registro diario de la humedad del suelo. El comportamiento de la humedad fue de 12.25%, 10.5% y 8.75 % para el tratamiento 1, 2 y 3 respectivamente. La evapotranspiración de referencia para cada etapa fisiológica, a partir de la evapotranspiración del cultivo “Etc” y “Eto” fueron para la etapa inicial 0.35, 0.36, 0.41; para la etapa de desarrollo 0.76, 0.80, 0.87; para la etapa intermedia 0.95, 0.98, 1.02; para la etapa final 0.58, 0.59, 0.63 para el tratamiento 1, 2 y 3 respectivamente. El consumo fue de 4886 m³/ha con 132 días de ciclo de cultivo para el tratamiento 1; de 4552,8 m³/ha con 126 días para el tratamiento 2, de 4284.3 m³/ha con 121 días para el tratamiento 3. El máximo nivel de humedad permisible para la variedad en estudio es hasta el 50%, ya que niveles superiores generarían grandes pérdidas.

Cervantes (2018) evaluó 4 láminas de riego en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L) variedad katya, realizado la parte experimental en las instalaciones del IRD Costa-Cañete, tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de cuatro láminas de riego en la distribución de agua, usando un modelo en 2D y la respuesta del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. Katya), bajo un sistema de riego por goteo. Para los tratamientos se emplearon cuatro láminas de riego; 120% de la ETc, 80% de la ETc, 60% de la ETc y 40% de la ETc. Se empleó un diseño estadístico de cuadrado latino con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los cuatro tratamientos influyeron significativamente en el rendimiento de tomate, el tratamiento de riego con 120% de la ETc (49.41 t/ha) obtuvo diferencias estadísticas significativas frente a los demás tratamientos: 80% (27.23 t/ha), 60% (19.28 t/ha) y 40% (17.94 t/ha). En la distribución de humedad entre dos goteros adyacentes se identificaron zonas de estrés hídrico, las cuales aumentaron conforme la disminución de la lámina de riego. Para el tratamiento de 120% de la ETc se encontró que su distribución de humedad es la más adecuada para que la planta de tomate no sufra estrés hídrico y obtenga un buen rendimiento.

Baltazar (2018) realizó un trabajo sobre el rendimiento y calidad en tomate (*Solanum lycopersicum L.*) cv. Toroty F1 para evaluar el efecto de cuatro láminas de riego sobre el rendimiento y la calidad de los frutos en el valle de Cañete entre los meses de marzo a septiembre del 2017. Los tratamientos consistieron en láminas de riego de 75%, 100%, 125% y 150% de la ETc. El mayor rendimiento total y comercial se obtuvo con lámina de riego de 125% de la ETc (33.10 y 25.82 t/ha). El menor rendimiento no comercial se obtuvo en el tratamiento 150% de la ETc (2.44 t/ha). El área foliar de los tratamientos fue aumentando a medida que se incrementaban los porcentajes de ETc. El rendimiento de frutos con pudrición apical fue reduciendo a medida que aplicaron mayores cantidades de agua. El diámetro polar y el peso de los frutos fueron aumentando con mayores aplicaciones de agua en el riego. No se observaron diferencias significativas respecto al rendimiento de frutos con plagas y/o enfermedades, diámetro ecuatorial, resistencia del fruto y al porcentaje de ácido cítrico entre los diferentes tratamientos. El tratamiento con lámina de riego de 125% de la ETc presentó la mejor combinación de rendimiento y calidad para el cultivo de tomate producido a campo abierto en el valle de cañete

Cabrera (2016) realizó un trabajo en tres láminas de riego para evaluar el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado, se llevó a cabo en la Unidad de riego del Departamento Académico de Suelos de la Universidad Agraria la Molina durante los meses de setiembre 2014 a febrero 2015. Se estudió la respuesta de tres láminas de riego, L1: ETc = 420 mm, L2: ETc = 340 mm y L3: ETc = 260 mm por campaña, en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de maíz morado; var. PMV-581, var. CAJAMARCA-INIA 601, var. INIA 615 –NEGRO CANAAN y var. MORADO CANTEÑO, bajo condiciones de riego localizado por goteo. El diseño estadístico fue parcelas divididas. El mayor rendimiento comercial por efecto de la lámina de riego aplicada se presenta en L1: ETc = 420 mm con 9,182 kg/ha de mazorcas, con diferencias porcentuales de 15.0% respecto a la lámina de riego L2: ETc = 340 mm con 8,080 kg/ha de mazorcas y con 30.9% respecto de L3: ETc = 260 mm con 7,013 kg/ha. Para el peso de mazorcas las diferencias estadísticas indican incrementos del 20.4% para L1: ETc = 420 mm con 183.0 g. diferente estadísticamente de L2 y L3.

Díaz (2015) evaluó el efecto de la lámina de riego y del nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz morado PMV-581, bajo condiciones de riego localizado de alta frecuencia por goteo. El ensayo se realizó en la Unidad de investigación en riegos,

perteneciente al Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, durante los meses de Julio 2011 a diciembre 2011. A nivel de campo se probó en maíz morado PMV-581, tres láminas de riego; L1: 4,121m³, L2: 3,530m³, L3: 2,941m³. Asimismo, por lámina de riego en estudio, se probaron cuatro niveles de nutrición; AH (aplicación de ácidos húmicos), NPK (aplicación de NPK), NPK+AH (aplicación de NPK más ácidos húmicos) y To; testigo no fertilizado, no aplicado. El diseño en el presente trabajo de investigación fue en parcelas divididas. El mayor rendimiento comercial por efecto de la lámina de riego aplicada se presentó para L1:4121m³ con 7,735.4 kg/ha de mazorcas, con un incremento del 47.7% respecto a la lámina de riego L3: 2,941m³ (5,236.8 kg/ha) y con 15.8% de diferencia con L2: 3,530 m³ (6,682.1 kg/ha). En el rendimiento y sus componentes los mayores valores se presentan a nivel de la lámina de riego L1.

Burin (2016) estudio el rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) Bajo tres láminas de riego por goteo. La investigación se llevó a cabo en la Unidad de Riegos del Departamento Académico de Suelos de la Universidad Agraria la Molina durante los meses de setiembre del 2014 a febrero del 2015. Se estudió el efecto del régimen de riego en el crecimiento y rendimiento del cultivo de quinua, bajo condiciones de riego localizado por goteo. El ensayo comparó cuatro variedades de quinua; 415-PASANKALLA, ALTIPLANO-INIA, SALCEDO-INIA, y KANCOLLA, bajo tres láminas de riego programadas; L1:ETc = 420 mm, L2:ETc= 336 mm y L3:ETc = 252 mm por campaña. El diseño estadístico fue parcelas divididas. El mayor rendimiento se presenta a nivel de la lámina de riego L1: 420 mm, similar a la lámina L2: 336 mm con la variedad ALTIPLANO, con rendimientos de 2,857 kg/ha y 2,659 kg/ha de grano-quinua respectivamente. Para láminas de riego, el mayor rendimiento de quinua caracteriza a L1: 420 mm con una media de 1,539 kg/ha de grano-quinua, mostrando incrementos porcentuales del 4.5% respecto de L2:336 mm y de 30.9% de L3: 252 mm.

Coronado (2014) evaluó de cuatro láminas de riego por goteo sobre el rendimiento en el cultivo de plátano. El experimento de campo se realizó en la Aldea Monte Rico, Moyuta, Jutiapa; para lo cual se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos, y cinco repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T1 = Lámina con un 10% abajo de la teórica calculada = 1.43 cm (14.3 mm), T2 = Lámina teórica calculada = 1.59 cm (15.9 mm), T3 = Lámina con un 10% arriba de la teórica calculada = 1.75 cm (17.5 mm) y T4 = Lámina usada por el agricultor (tratamiento testigo) = 0.6 cm (6 mm). Las

variables respuesta fueron: rendimiento total en toneladas métricas por hectárea (tm/ha), componentes de rendimiento (número de manos por tallo, número de dedos por mano, longitud de dedos basales y distales expresado en centímetros, diámetro de dedos basales y distales expresado en centímetros, peso neto del racimo en kilogramos), concentración total de sólidos solubles expresado en grados brix y relación beneficio-costo. Según los resultados obtenidos, ninguna de las variables analizadas estadísticamente fue influenciada por el efecto de las cuatro láminas de riego. En cuanto a medias de relación beneficio/costo el mejor tratamiento fue la lámina de 1.43 cm con 1.49; se recomienda a los productores de plátano de la zona de la Aldea Monte Rico, Moyuta, Jutiapa, utilizar la lámina de riego de 1.43 cm, con una frecuencia de riego de tres días, para obtener rendimientos aceptables en toneladas métricas por ha. Esta recomendación es siempre y cuando se cuente con un sistema de riego por goteo, con las características del que se utilizó en el presente estudio.

Llanos (2018) evaluó la cantidad y calidad de agua en el desarrollo y crecimiento de la fresa, los objetivos de la investigación fueron evaluar tres niveles de humedad en el suelo (60, 80 y 100% de la capacidad de campo CC), dos tipos de agua (La Molina y desionizada) y el uso del mejorador magnético del agua sobre el desarrollo y rendimiento. Se utilizó un diseño completamente al azar con 2 tratamientos, cada tratamiento tuvo 12 repeticiones. El agua desionizada generó los mayores valores en peso seco, extracción de nutrientes, contenido de humedad de en hojas y peciolas, producción, peso y calibre del fruto, coeficiente de partición de biomasa (CPB) en frutos y raíz y eficiencia de uso de agua (EUA). El 100% de CC logró los mejores resultados en la producción, números de frutos por planta, CPB en frutos y EUA. La humedad de suelo a 80 y 100% CC no presentaron diferencias significativas en peso seco, extracción de nutrientes, contenido de humedad, peso y calibre del fruto; sin embargo, los valores fueron más altos respecto al 60%CC.

Franco (2018) llevó a cabo un trabajo evaluando regímenes de riego en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) bajo riego por goteo, los regímenes de riegos en base a la lámina mayor fueron: R1 = 4,800 m³ /ha (100% Requerimiento de Riego Total), R2 = 4,200 m³ /ha (87.5% RRT) y R3 = 3,600 m³ /ha (75 % RRT). El diseño experimental empleado fue el de parcelas divididas. En relación a la respuesta del régimen de riego, R1 obtuvo un rendimiento de 2,243 kg/ha, siendo superior en 24.4% y 52.8% a R2 y R3; respectivamente. En la variable materia seca de panoja, R1 obtuvo 76.34 g, el cual fue superior en 12.1% y 31.4% a R2 y R3; respectivamente. En el

caso de materia seca total, R1 acumuló 131.4 g/planta, siendo superior en 11.5% y 33.2% a R2 y R3; respectivamente. Respecto al peso de 1,000 granos, R1 obtuvo 1.9284 g, el cual fue superior en 5.4% y 13.9% a R2 y R3; respectivamente. Finalmente, en el parámetro agronómico eficiencia de uso de agua (EUA), R1 presentó un valor de 0.48 kg/m³, siendo superior en 6.7% y 14.2% a R2 y R3; respectivamente.

2.3 Reguladores de crecimiento en la agricultura moderna:

Salisbury y Ross (1974) señalan que una hormona vegetal es un compuesto orgánico que se sintetiza en algunas partes del cuerpo de las plantas y se transloca a otra parte, en donde en muy bajas concentraciones causan una respuesta fisiológica. (Fernandez y Jhonson 1986) indican que una hormona vegetal es una sustancia orgánica que se produce dentro de la planta de forma natural como parte de sus funciones fisiológicas, tienen como fin promover, inhibir o modificar cualitativamente el crecimiento o desarrollo.

Salisbury y Ross (1974) expresan que se sabe que las hormonas vegetales presentes en concentraciones micromolares o submicromolares son activas y específicas, además deben también estar presentes 3 grandes partes de un sistema de respuesta. En primer lugar, la hormona debe encontrarse en cantidad suficiente en la célula adecuada, En segundo lugar la hormona debe ser reconocida y capturada por las proteínas receptoras que son estructuras complejas necesarias para reconocer y seleccionar estructuras específicas. En tercer lugar, la proteína receptora (cuya configuración cambia durante la captura de la hormona) debe causar un cambio metabólico que conduzca a la amplificación de la señal o del mensajero hormonal.

Mahaveer et al. (2017) concluyen que las hormonas vegetales son muy importantes en la integración de actividades y desarrollo, ejercen cambios sobre la morfología y fisiología de la planta que a menudo son inducidos por factores ambientales. Estos compuestos tan importantes son responsables de patrones en expresión genética, crecimiento y desarrollo, además de participar de múltiples procesos fisiológicos como germinación, enraizamiento, movimientos trópicos, tolerancia de estrés biótico y abiótico, floración, maduración, senescencia y otros (McCourt 1999).

Salisbury y Ross (1974) mencionan que existe evidencia concluyente de que una de las cosas que hacen las hormonas es controlar la actividad genética, todavía se desconoce en gran

parte la manera en que los genes son controlados bioquímicamente pero se sabe sobre la capacidad de las hormonas para activar diferentes genes frente a distintos estímulos ambientales.

A diferencia de las hormonas animales, las fitohormonas se producen en las células de la planta sin necesidad de formar glándulas y se definen como compuestos orgánicos que se sintetizan en una parte de la planta, y se trasladan a otro para ejercer su acción fisiológica, actúan en bajas concentraciones, muy por debajo de otros compuestos como vitaminas o nutrientes (Izumi et al. 2009).

Las fitohormonas actúan en varias respuestas de manera pleotrópica (una hormona actúa en diferentes procesos y dependiendo de su concentración puede estimular o inhibir una misma respuesta), además que las hormonas no actúan de forma independiente, es el balance entre un grupo de hormonas la que determina la respuesta, también actúan en el control de un mismo efecto. Cada respuesta ocurre en un tiempo determinado en el desarrollo de la planta y se presenta solamente en un tejido específico u órgano (Srivastava 2002).

Kamiya (2010) señala que tomando en cuenta su estructura y su función las hormonas fueron clasificadas en varios grupos que comprenden auxinas, citoquininas (CK), ácido abscísico (ABA), giberelinas (GA), etileno, jasmonatos (JA), ácido salicílico (SA), brasinosteroides, poliaminas y strigolactonas.

Parra (2002) señala que al grupo de sustancias tanto de origen natural o sintético que actúan dentro de la planta en respuesta a distintos estímulos ambientales y son responsables de cambios en el metabolismo de la planta se les conoce como “reguladores de crecimiento”. Mahaveer et al. (2017) señala que los reguladores de crecimiento se han convertido en uno de los insumos más importantes para la agricultura y los procedimientos agrotécnicos, durante procesos de producción y post cosecha para la mayoría de las plantas cultivadas y especies frutales, es la razón por la que en la actualidad el uso de reguladores de crecimiento ha asumido una parte integral de técnicas agrícolas modernas para aumentar la producción y calidad.

Gamboa y palomino (2018) evaluaron la respuesta de la aplicación foliar de 3 bioestimulantes trihormonales (auxinas giberelinas citoquininas) en diferentes dosis en el

cultivo de Canchan INIAA. El ensayo se llevo a cabo en la zona media del valle de Ica, el tipo de riego utilizado fue por superficie, los tratamientos evaluados fueron 10: 1-Maxigrow-V 2.0 l/ha, 2- Maxigrow-V 2.5 l/ha, 3- Maxigrow-V 3.0 l/ha, 4-Agrocimax-V 2.0 l/ha, 5-Agrocimax-V 2.5 l/ha, 6-Agrocimax-V 3.0 l/ha, 7-Stimulate 2.0 l/ha, 8-Stimulate 2.5 l/ha, 9-Stimulate 3.0 l/ha, 10- Testigo. El coeficiente variabilidad del experimento fluctúa entre 2.09% y 12.35%, para la variable número de tubérculos por planta se observó diferencia significativa entre los tratamientos siendo el testigo el que menor media presento inferior en 23.28% respecto al mayor promedio, para las variables rendimiento el tratamiento 6 es el que mayor rendimiento obtuvo alcanzando una media de 37,317 kg/ha y el testigo el que menor media alcanzo con 30,272 kg/ha, en el rendimiento comercial Agrocimax-V 3.0 l/ha alcanzo la mayor media 35,161 kg/ha y el testigo la menor media con 30,272kg/ha.

Gastelu y Poma (2007) evaluaron la aplicación de tres bioestimulantes trihormonales en diferentes dosis aplicados foliarmente en papa cultivar Canchan INIAA en la zona media del valle de Ica, evaluaron 10 tratamientos: 1-Maxigrow-Excel 2.0 l/ha, 2- Maxigrow-Excel 2.5 l/ha, 3- Maxigrow-Excel 3.0 l/ha, 4-Agrocimax-V 2.0 l/ha, 5- Agrocimax-V 2.5 L/ha, 6-Agrocimax-V 3.0 l/ha, 7-Satisfy 2.0L/ha, 8-Satisfy 2.5 l/ha, 9-Satisfy 3.0L/ha, 10- Testigo. Se encontró diferencias significativas al evaluar el número de tubérculos por planta y peso promedio de materia seca de tubérculos, se obtuvo para las dos variables que Agrocimax-V 3.0 L/ha el mayor número de tubérculos y el testigo el menor número, para el rendimiento total por hectárea. Para el rendimiento comercial obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos alcanzando un mayor rendimiento por el tratamiento Agrocimax-V 3.0 l/ha con una media de 34,301 kg/ha y el testigo con la menor media con un rendimiento promedio de 29,406 kg/ha.

Gonzales (2012) evaluó el efecto de la aplicación de los bioestimulantes Vigofort ultra, Rooting y un fungicida en el crecimiento y producción en papa, los dos productos comerciales tienen como materia activa (auxinas, giberelinas y citoquininas). El ensayo se realizó en la zona central de Chile, los tratamientos evaluados fueron seis con tres repeticiones: 1- Control; 2-Control más fungicida; 3-Vigofort Ultra sin fungicida; 4-Vigofort Ultra más fungicida; 5-Rooting sin fungicida; 6-Rooting más fungicida. La primera evaluación fue el número de brotes 21 días después de plantación, obteniendo resultados altamente significativos para el fungicida, pero no significativo para los bioestimulantes lo que sugiere que existió una presión media de *Rhizoctonia solani* en los tubérculos semilla.

Al momento de la floración, Rooting incrementó significativamente el número de estolones evaluados al momento de la floración. Sin embargo, tanto el peso como el número de tubérculos al momento de la cosecha (a los 83 días después de plantación) fueron similar al testigo sin aplicación de bioestimulantes y de fungicida. Los resultados de la investigación demostraron que hay un efecto positivo en el rendimiento y mejora en los componentes del rendimiento.

2.4 Citoquininas en la agricultura moderna:

Salisbury y Ross (1974) mencionan que en 1913 en Australia descubrió un compuesto desconocido presente en los tejidos vasculares de diversas plantas que estimula la división celular que causa la formación del cambium del corcho y la cicatrización de heridas en tubérculos cortados de papa, este descubrimiento fue la primera demostración que las plantas contiene una sustancia promotora de citocinesis conocidas como citocininas.

Las citoquininas son hormonas vegetales naturales que estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos, inicialmente fueron llamados quininas, sin embargo, debido a que este termino ya era usado para un grupo de compuestos de la fisiología animal se adaptó el término “citoquininas” cuyo significado acotado fue (citocinesis o división celular) debido a las propiedades que esa ostenta (Parra 2002)

Salisbury y Ross (1974) señalan que las citocininas estan asociadas al retardo de la senescencia, desarrollo de yemas laterales en dicotiledóneas, expansión celular, desarrollo de cloroplastos y síntesis de la clorofila. Schäfer et al. (2015) también menciona que son fundamentales en el proceso de organogénesis en las plantas y en la regulación de diversos procesos fisiológicos como fotosíntesis, regulación del crecimiento (dominancia apical), senescencia, apoptosis (muerte programada) vegetal, inmunidad vegetal (resistencia a patógenos) , tolerancia y defensa ante herbívoros.

Srivastava (2002) menciona que se cree que las citoquininas son sintetizadas en tejidos jóvenes o meristemáticos como ápices radiculares, yemas del tallo, nódulos de raíces de leguminosas, semillas en germinación, especialmente en endospermo liquido y frutos jóvenes; desde donde se transporta vía xilema hacia la hoja donde se acumula, para luego ser exportada hacia otro órganos como los frutos.

Sakakibara et al. (2006) señalo que las citoquininas naturales pueden definirse estructuralmente como moléculas derivadas de la adenina con una cadena lateral unida al grupo amino 6 del anillo purínico. La cadena lateral puede ser de naturaleza isoprenoide o aromática. Dentro de las citoquininas isoprenoides se encuentran la (cis- y trans-) zeatina, la isopenteniladenina y la dihidrozeatina, con respectivos derivados glicosilados.

Cruz et al. (1999) realizaron un estudio sobre el efecto de las citoquininas en el crecimiento de cafeto en vivero a una elevación de 1350 m ubicado en el municipio de Huatusco, Veracruz, México a una latitud norte de 19° 09' y una longitud oeste de 96° 57'. Se emplearon plántulas de la variedad Garnica provenientes de semilla con tres meses de edad crecidas individualmente en bolsas plásticas (3.0 litros) de color negro conteniendo un suelo franco arcilloso, el espacio entre bolsas fue de 5 cm. Los tratamientos fueron: 1. Testigo; 2. CPPU (Sitofex 1.0% i.a. SKWTrostberg, Alemania) 5 mg·litro-1; y 3. CPPU 15 mg·litro-1. La primera aplicación de CPPU se llevó a cabo el 28 de noviembre de 1996 y se repitió el 16 de enero de 1997. Se encontró un mayor efecto en dos aplicaciones de CPPU a 5 y 15 mg·litro-1 fueron eficientes en incrementar el crecimiento vegetativo de plantas de café del cv. Garnica en un vivero a pleno sol. En el cv. Typica ese mismo número de aplicaciones de CPPU a 15 mg·litro-1 también promovió el vigor vegetativo de las plantas crecidas en un vivero bajo sombra. Una mezcla de CPPU a 15 mg·litro-1 y AG3 a 500 mg·litro-1 aumentó el tamaño y el vigor del tallo de las plantas del cv. Typica.

Bernardo (2014) realizo un ensayo sobre los efectos de diferentes concentraciones de citoquininas en tres momentos de aplicación y cómo influye en el rendimiento de quinua, el ensayo se realizó bajo condiciones de la Irrigación del proyecto Majes, en el departamento de Arequipa, el objetivo fue determinar el momento de aplicación de citoquininas y su influencia en el rendimiento de cultivo de la quinua. Para el trabajo experimental se utilizó una parcela, semillas de quinua, citoquininas, entre otros insumos necesarios para la investigación; el diseño utilizado fue de bloques completamente aleatorios con arreglo factorial. Los datos obtenidos fueron comparados mediante análisis de varianza que corresponde al diseño experimental y para establecer la diferencia estadística de resultados entre tratamientos , se utilizó la prueba de Duncan al 0,5 y 0,1 con un 95% de confiabilidad, donde los resultados evidenciaron que el mayor rendimiento por hectárea de grano limpio se obtuvo con el tratamiento cuatro (100ml-Ramificacion), haciendo un total de 5 263,82 kg/ha de grano de quinua donde se mostró que la mejor dosis de citoquininas es 100 ml por cilindro

de doscientos litros de agua, el tratamiento número seis (100 ml – grano lechoso) mostró el peso más alto a comparación de los demás tratamientos con un peso de 0,737 kg/L de grano limpio. La mejor dosis de citoquinina para ganar mayor peso de los granos de quinua fue 100 ml por cilindro de doscientos litros de agua en la etapa de grano lechoso.

Ortiz y Flórez (2008) ejecutaron un estudio para comparar de forma cuantitativa de la presencia de ácido abscísico y citoquininas en la tuberización de *Solanum tuberosum l.* y *Solanum phureja* Juz. et Buk. El trabajo de campo se realizó en condiciones de invernadero de casa de mallas del Centro de Investigaciones Tibaitatá de Corpoica, ubicado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca), a 2.550 msnm, con temperatura promedio anual de 14 °C, 675 mm anuales de precipitación y una humedad relativa del 80%. Su ubicación geográfica es de 4° 42' latitud norte y 72° 12' longitud oeste. La parte analítica se desarrolló en el Laboratorio de Nutrición Animal de Corpoica. Se utilizaron plantas de *S. phureja* Juz. et Buk. var. Yema de Huevo y de *S. tuberosum L.* vars. ICA-Única y Tuquerreña, en los siguientes estadios, según Hack et al. (1993): 03 - tubérculos en final de latencia y con brotes 2 a 3 mm de longitud; 10 - expansión foliar de las primeras hojas; y 40 - inicio de la tuberización: hinchamiento de las puntas de los primeros estolones al doble del diámetro inicial. De las tres variedades analizadas, Yema de Huevo presentó una mayor concentración de citoquininas en el macroestadio 03, la presencia de citoquininas en las tres variedades podría atribuirse a un desarrollo rápido, en función de tasas altas de división celular. En el macroestadio 10, caracterizado por la expansión de las primeras hojas, se observan en el cromatograma correspondiente al extracto de la var. Yema de Huevo picos que corresponden a las citoquininas ZR e iPA . De forma similar, se observan los picos de ZR e iPA en las variedades ICA-Única y Tuquerreña . Con respecto al estadio 03, se constató un aumento en las concentraciones de ZR e iPA en *S. phureja* Juz. et Buk. y en *S. tuberosum L.*; presentándose en orden decreciente en las variedades Yema de Huevo, ICA-Única y Tuquerreña, En el macroestadio 40, cuando se inicia el llenado de los tubérculos, la concentración de citoquininas (ZR, Z, iP e iPA) aumenta en Yema de Huevo. En ICA-Única también aumenta esta clase hormonal, evidenciándose Z e iP. Así mismo, Tuquerreña presenta un cromatograma con picos de ZR, Z e iPA. En conclusión los resultados en las variedades estudiadas relacionan la precocidad de la tuberización con la ausencia de ABA y los periodos de mayor latencia con su presencia; de otro lado, las concentraciones de citoquininas fueron evidentes en las variedades con mayor precocidad. Es decir, en *S. phureja* Juz. et Buk. var. Yema de Huevo se encontraron concentraciones bajas de ABA y

altas de citoquininas; mientras que en ICA-Única y, en especial, en Tuquerreña, variedades con periodos de latencia mayor, las concentraciones de ABA fueron altas y las de citoquininas menos significativas.

Leyton (2018) llevo a cabo un estudio para probar el efecto de las citoquininas en la calidad de la baya uva de mesa (*Vitis vinifera L.*) variedad Red Globe en Ñepeña Peru. El trabajo fue realizado en el distrito de Ñepeña departamento de Ancash, durante los años 2016-2017 con el objetivo de evaluar el efecto de distintas dosis de citoquininas (kinetina) en uva de mesa variedad Red Globe sobre el tamaño de baya y otros parámetros de calidad, para llevar a cabo el experimento se empleo un diseños de bloques complestos al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones, los tratamientos utilizados fueron : T0: Testigo, T1: 1.1 ppm, T2: 11ppm, T3:1.7 ppm T4:2.2 ppm de citoquininas. Las variables de calidad evaluadas fueron tamaño de baya, peso de baya, grados brix y color. El tratamiento 4(2.2ppm) logro el mejor resultado con 25.23 mm baya, 12.62 gr/baya, 15.65 grados brix.

Valer (2013) ejecuto un estudio para probar ácido giberelico y citoquininas en el crecimiento y rendimiento de tres cultivares de pimiento paprika, el trabajo de investigación se realizo en la unidad de riegos de la UNALM, a nivel de campo se probaron tres cultivares de pimiento paprika (Papri King, Papri Queen y Monarca). Por cada cultivar se probaron aplicaciones de fitohormonas; H1 acido giberelico (45 ppm), H2. Citoquininas (0.25 ppm) y H3: acido giberelico y citoquininas (45 ppm AG3 y 0.25 ppm de citoquininas)y un testigo, el diseño usado fue bloques completos al azar más un arreglo factorial con cinco repeticiones, del trabajo realizado se pudo concluir que el mayor rendimiento comercial lo obtuvo el tratamiento H3 (45 ppm de AG3 + 0.25 ppm de citoquininas) con 4,750.7 kg/ha con un incremento de 3.7% respecto al tratamiento H2 (0.25 ppm citoquininas), un incremento de 10.4% respecto a H2 (45 ppm AG3) y 18.8% respecto al testigo. Con respecto a los componentes de rendimiento, las diferencias son altamente significativas para el numero de frutos por planta y peso de fruto por planta.

Cantaro (2019) llevo a cabo un estudio en reguladores de crecimiento auxinas, AG3 y citoquininas en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) cv. Rondo en la molina, El trabajo de investigación evaluó el uso de diferentes reguladores de crecimientos comunes (auxinas, giberelinas y citoquininas) en aplicación conjunta con un regulador de crecimiento descubierto hace cuatro décadas y con un enorme potencial en la agricultura, el triacantanol,

en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) cv. Rondo. Se mezcló dosis comerciales de los reguladores de crecimiento con el triacantanol con el fin de evaluar la interacción positiva y/o negativa en las variables: altura de planta, número de ramas por planta, longitud de vaina y ancho de vaina, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso fresco total de planta y rendimiento en grano verde. El análisis de varianza nos indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos en las variables altura de planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento grano verde. Los mayores rendimientos en grano verde fueron obtenidos con la aplicación de triacantanol más auxinas, giberelinas y citoquininas (12150 kg ha⁻¹), ya que tuvo 3.5 ramas por planta, 14.67 vainas por planta y 8.74 granos por vaina; y la aplicación de triacantanol más auxinas y citoquininas (10534 kg ha⁻¹).

Araya (2014) efectuó un ensayo para probar benciladenina (citoquinina aromática) sobre la producción de tomate en condiciones controladas, se llevó a cabo durante la temporada 2012-2013, bajo malla antiáfidos, en plantas de tomates cv. Fiorentino injertadas sobre el patrón Emperador y conducidas a dos ejes. Se utilizaron concentraciones de 0; 10; 20 y 40 mg·L⁻¹ de BA, las cuales se aplicaron en solución mediante pincel en el momento de botón floral y posteriormente se repitió la misma concentración al momento de observar ovarios fecundados. Ello se realizó analizando individualmente el estado de los racimos de cada piso. Los tomates se fueron evaluando cuando estos presentaron color rojo completo. Las variables medidas fueron: número de flores y frutos por racimo, masa de fruto, diámetros polar y ecuatorial de frutos, número de semillas por fruto. Los tratamientos con BA no provocaron diferencias estadísticamente significativas para los parámetros evaluados. Los resultados anteriores sugieren que se deberían probar mayores concentraciones y/o aumentar el número de aplicaciones para poder inducir mayor crecimiento de los frutos en este cultivar.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales:

3.1.1 Lugar:

El presente ensayo se llevó a cabo en la Unidad de Investigación de Riegos del Departamento Académico de Suelos de la Facultad de Agronomía en la Universidad Nacional Agraria la Molina, distrito La Molina con coordenadas geográficas:

- Latitud Sur: "12° 05' 06"
- Longitud Oeste: "76° 57' 00"
- Metros sobre el nivel del mar: 238.

Características fisicoquímicas del suelo

El suelo donde se encuentra el experimento según Taxonomía de Suelos (1998) como un Ustifluent (Entisol de origen fluvial y régimen de humedad Ustic – Fluvisoles Irrigados) y se encuentra ubicado en una terraza del valle del Rímac, es profundo, de estructura granular media, drenaje y permeabilidad moderada, consistencia en húmedo de friable a muy friable, textura franco arenoso, gran espacio aéreo de mediana a baja capacidad de retención de humedad y adecuada permeabilidad por presentar una mayor fracción de arena. Tres horizontes de límites gradual definidos como AP-C-IIC, de profundidad variable se generalizan para los suelos de la Serie la Molina.

En el cuadro 1 el análisis de caracterización del suelo indica que el suelo presenta una textura franco-arenosa (60% arena – 28% limo -18% arcilla), textura que presenta características de moderada retención de humedad, buena aireación, moderada retención de agua, buen drenaje (características deseables para el cultivo de papa). La conductividad eléctrica del suelo es 7.4 dS/m que se clasifica como fuertemente salino (CE=5.4 – CE=10.8), por lo que podría ser una característica discriminatoria para cultivos poco tolerantes a sales (en el caso de la papa var. UNICA presenta moderada tolerancia a sales). El pH = 7.6 ligeramente básico.

El contenido de Materia orgánica es bajo y por tanto la cantidad de nitrógeno aportado por el suelo es mínima. Por otro lado, el contenido de potasio es medio y el contenido de fosforo es alto lo que indica probabilidad de respuesta a una fertilización nitrogenada y potásica.

La capacidad de intercambio catiónico muestra un potencial bajo de fertilidad, por el bajo porcentaje de arcilla y materia orgánica, respecto a los cationes cambiables Ca, Mg y K predominan, la relación $Ca/Mg= 2.7$ (muy bajo), $Ca/K = 1.77$ (muy baja) y $Mg/K 0.65$ (muy baja), ver cuadro 1.

Características del agua de riego: El agua de riego de la Red de Agua potable de la Molina, se clasifica según la USDA (1979) como un C4 -S1 agua altamente salina y de baja alcalinidad (bajo contenido de sodio respecto al calcio y magnesio) por lo que solamente es posible utilizarla en suelos con buen drenaje, empleando mezclas de agua, volúmenes suplementarios de agua para el lavado del suelo, utilizando cultivos resistentes a la salinidad y sistema de riego localizado de alta frecuencia. Es un agua de elevada toxicidad por cloruros y sodio, además presenta un contenido alto de nitratos que deben ser tomados en cuenta al realizar el programa de riego, ver cuadro 2.

Características climatológicas de la zona experimental: Según el sistema modificado de Koppen, basado en promedios anuales de precipitación y temperatura, la zona de la Molina está clasificada como “desierto subtropical árido caluroso”

En el cuadro 3 se muestran los datos climáticos registrados en los meses de septiembre del 2018 a enero del 2019, los datos climatológicos para el ciclo del cultivo indican que las temperaturas medias se incrementan desde la instalación del ensayo en septiembre ($17.6^{\circ}C$) hasta cosecha en enero ($20.8^{\circ}C$). Durante el crecimiento vegetativo del cultivo del 1 octubre al 22 de octubre las temperaturas medias registrada fue de $17.6^{\circ}C$, en el inicio de estolonización el 22 octubre las temperaturas medias registraron $18.7^{\circ}C$, en periodo de llenado de tubérculos del 22 octubre al 7 de diciembre la temperatura media fue de $20.6^{\circ}C$ alcanzando temperaturas máximas de $26.8^{\circ}C$. El promedio de humedad relativa fue de 82% registrándose el mayor promedio en setiembre con 87% y el menor en enero con 78%. Las precipitaciones sumaron 1.9 mm, ver cuadro 3.

Cuadro 1 Análisis fisicoquímico del suelo.

Determinación	Profundidad de Suelo	Método Empleado	
	(00-30 cm)		
Arena (%)	60	Hidrómetro	
Limo (%)	22	Hidrómetro	
Arcilla (%)	18	Hidrómetro	
TEXTURA	FRANCO ARENOSO	Triangulo Textural	
Determinación	Profundidad de Suelo	Unidad	Método Empleado
	(00-30 cm)		
pH	7.63		Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	7.4	dS/m	CEe (Pasta de Saturación)
Carbonato de Calcio CaCO ₃	4.4	%	Gasovolumetrico - Calcímetro
Materia Orgánica.	1.1	%	Walkley & Black
Fosforo Disponible	26.8	ppm	Olsen modificado
Potasio Disponible.	127	ppm	Extracción con acetato de amonio
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C)	10.4	meq/100g	Saturación con acetato de amonio
CATIONES CAMBIABLES			
Ca ⁺⁺	5.1	meq/100g	Fotometría de llama y/o Absorción de llama
Mg ⁺⁺	1.88	meq/100g	Fotometría de llama y/o Absorción de llama
K ⁺	2.87	meq/100g	Fotometría de llama y/o Absorción de llama
Na ⁺	0.55	meq/100g	Fotometría de llama y/o Absorción de llama

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelo, plantas, agua y fertilizantes de la UNALM.

Cuadro 2 Análisis del agua de riego.

DETERMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Cea	3.33	
pH	7.66	meq/l
Calcio	16.5	meq/l
Magnesio	4.92	meq/l
Sodio	12.91	meq/l
Potasio	0.27	meq/l
Suma de Cationes	34.6	
Nitratos	0.14	meq/l
Carbonatos	0	meq/l
Bicarbonatos	1.84	meq/l
Sulfatos	9.48	meq/l
Cloruros	23	meq/l
Suma de Aniones	34.46	
Sodio	37.31	%
RAS	3.95	
Boro	1.01	ppm
Clasificación		C4-S1

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelo, plantas, agua y fertilizantes de la UNALM.

Cuadro 3 Registros climatológicos de la zona de la Molina periodo: septiembre 2018- enero 2019.

Mes	Heliofania (hora de sol/día)	Temp. Media Mensual C	Temp. Mínima C	Temp. MáximaC	Humedad Relativa media mensual (%)	Evaporación del tanque (mm/día)	Precipitación mensual (mm/mes)
Setiembre	133.3	17.6	14.1	21.4	87	2.08	0.7
Octubre	102.1	18.6	15.3	22.8	85	2.43	0.8
Noviembre	185.9	20.5	15.8	24.7	81	3.03	0.4
Diciembre	179.5	22.7	17.3	26.8	79	3.38	0
Enero	114.1	24.6	19.8	28.6	78	3.37	0.6
Promedio	142.98	20.80	16.46	24.86	82.00	2.86	0.50

Fuente: Observatorio Meteorológico “Alexander Von Humboldt” de la UNALM.

3.1.2 Cultivo de papa variedad Única.

En general, la planta de la variedad UNICA es herbácea con hábito de crecimiento erecto, los tallos son gruesos de color verde oscuro, alcanzando una longitud entre 0,90 a 1,20 metros. Las hojas son compuestas y se distribuyen en espiral sobre el tallo. La forma de la hoja es disectada, con cinco pares de folíolos laterales y un par de interhojuelas sobre los pecíolos. Tiene floración moderada entrada la temporada de primavera en Costa, escasa floración en el invierno en Costa y ausencia de floración en condiciones de Sierra (mayor a 2.000 msnm); las flores son violetas y no forman bayas en épocas con bajas temperaturas. Los estolones son alargados en el invierno o bajo condiciones de Sierra; ligeramente cortos y pegados al tallo en la primavera (Gutierrez et al. 2007).

Los tubérculos son oblongos y alargados, con ojos superficiales y en la parte del ojo apical es semi-profundo. Se forman ligeras protuberancias en los ojos hacia finales de la primavera, volviéndose más liso en el invierno o bajo condiciones de Sierra. Estas protuberancias se presentan también cuando los niveles de nitrógeno elevados, cuando hay períodos de estrés hídrico prolongados o cuando se retrasa el período de cosecha, la piel del tubérculo es de color rosado, que toma una tonalidad más clara hacia finales de la primavera en la Costa y es roja en condiciones de Sierra. La pulpa es crema (CIP, 1997 y 1998), ver figura 1.



Figura 1 Foto tubérculo, hoja, tallo papa UNICA (foto: Maria Miky.)

3.1.3 Citoquininas:

EL producto comercial será “ULTRACYTO” a una concentración de 400 ppm, los siguientes datos son proporcionados en la ficha técnica del producto.

Composición:

Cuadro 4 Composición química de ULTRACYTO.

DESCRIPCIÓN	p/v
Promotores de Citoquininas	400%
Lignosulfonato Vegetal	2.0%
Aminoácidos	2.0%
Extracto de algas Marinas	0.5%
Magnesio (MgO)	0.2%
Azufre (S)	0.2%
Hierro (Fe)	0.5%
Manganeso (Mn)	0.2%
Zinc (Zn)	0.4%
Boro (B)	0.1%

Fuente: Ficha técnica “ULTRACYTO”.

Propiedades físicas:

Cuadro 5 Propiedades físicas de "ULTRACYTO"

DESCRIPCIÓN	Característica
Aspecto	Líquido marrón oscuro
Olor	Característico
Densidad	1.20 -1.25/mL
pH	3.5 -5.5
Punto de fusión	No procede
Punto de inflamación	No inflamable
Solubilidad	Forma de soluciones estables
Otra información	No procede

Fuente: Ficha técnica “ULTRACYTO”.

3.1.4 Materiales de Campo:

Fuentes de fertilización:

Urea	46%	N
Ácido fosfórico	55%	P
Sulfato de potasio	50%	K ₂ O
Cloruro de Calcio	35%	CaO

Insecticidas:

Clorofos	Organo fosforado	48% (p/v)
Midaprid	Imidacloprid	350 g/L
Vertimec	Abamectina	1,8% p/v

Fungicidas:

Luna: Fluoraran, Tebuconazole

Zampro: Dimetomorf, Ametoctradin.

Moxan: mancozeb

Aliette WG: Phosetil de aluminio.

Sulfato de cobre.

Módulo de riego:

- Matriz:

2 válvulas de 1 pulg (llave de apertura/ cierre)

1 válvula de ½ pulg. (llave de ingreso del fertilizante)

22m. de tubería principal PVC de 1 pulg.

1 filtro de anillos de ¼ pulg.

1 contometro tipo reloj.

- Laterales:

154.8 m. de laterales de goteo de 16 mm (PE)

480 goteros autocompesados Katiff de 2.1 l/h

12 conectores de salida

12 terminales de línea.

- Fertilización:

1 tanque de inyección de fertilizante.

1 inyector Venturi.

Otros:

Mochila de aplicaciones, lampas, picos, azadón, jvas, bolsas plásticas, rastrillo, cinta métrica, letreros.

3.1.5 Materiales de Oficina:

Para la toma de datos en campo y el registro de estos a través de todo el experimento se utilizarán materiales como: lapiceros, libreta, plumones, tijeras.

Para la instalación y demarcación del campo: Estacas de madera, etiquetas, bolsas de plástico, centímetro, rafia.

Para el procesamiento de datos: Balanza digital, estufa, bolsas de papel, grapas, sacos de maya, jvas, calculadora.

Para la estadística de los datos: Computadora, programa Minitab 17.

3.2. Metodología de Aplicación:

3.2.1 Conducción del Experimento:

El experimento se ejecutó en un área de 193.5 m² con un diseño de parcelas divididas con bloques, las unidades experimentales fueron sometidas a tres regímenes de riego y cuatro momentos de aplicación de citoquininas, durante el ensayo las labores agronómicas realizadas, técnicas de evaluación y modo de aplicación de tratamientos fueron uniformes para todo el campo evitando así que las plantas respondan a factores o variables ajenas a los tratamientos propuestos.

3.2.2 Preparación del terreno:

Se prepararon 12 camas de 40 cm de ancho por 12.9 m de largo con 30 cm de profundidad, cada cama fue alimentada con un lateral de riego el cual presento emisores a un espaciamiento de 30 cm entre sí. Cada cama se subdivide en 4 subparcelas, en cada subparcela hay 11 emisores con un área neta de 3.75 m.

Con un azadón se abre un surco al centro de cada cama de 15 cm de profundidad donde posteriormente se sembrará la semilla.

3.2.3 Muestreo de suelo:

El muestreo del suelo se realizó extrayendo 20 submuestras en el área experimental, a una profundidad de 30 cm, las submuestras fueron mezcladas, homogenizadas y tamizadas para la obtención de una muestra representativa la cual fue enviada al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina para su caracterización. Los datos obtenidos se muestran en el cuadro número 1.

3.2.4 Desinfección de semilla:

La semilla de papa es separada en grupos de 48 tubérculos (cantidad de semillas necesarias por surco) cada grupo se sumerge en contenedores de 20 litros de agua. En cada contenedor hay una solución de agua, 1.5 l/h insecticida (Clorofos), 1.5 l/h fungicida (Luna).

Cada grupo de semillas desinfectada es ordenada en 12 jvas y colocada en el extremo de cada surco (1 java por surco).

3.2.5 Siembra:

La siembra se realizó el 15 de septiembre del 2018 sistema de propagación usado fue siembra directa, se deposita una semilla por golpe, el distanciamiento entre plantas es de 25 cm que hace un total de 12 semillas por subparcela, 48 por parcela y una densidad de 32000 plantas por hectárea.

3.2.6 Cultivos y deshierbos.

Se realizaron 4 cultivos durante el experimento, el primer cultivo se realizó a los 10 dde (10% área foliar) el segundo cultivo se realizó a los 17 dde (30% área foliar) el tercer cultivo se realizó a los 22 dde (floración), el cuarto cultivo a los 35 dde (tuberización) . El cuadro 6 muestra la programación de cultivos y deshierbos durante el experimento.

Cuadro 6: Cronograma de cultivos y deshierbos del ensayo.

Cultivos	Fecha	Edad de la planta	Etapas fenológicas
Cambio de surco	10-10-18	10 dde	10% cobertura.
1 aporque.	17-10-18	17 dde	30% cobertura.
2 aporque.	22-10-18	22 dde	Inicio de floración
3 aporque.	5-11-18	35 dde	Tuberización

Los deshierbos se realizaron durante todo el experimento, por sistema de riego utilizado, las malezas no representaron un problema, debido a que el área mojada está limitada por la cantidad de agua que es suministrada al emisor, por tanto, alrededor de las raíces de la papa el suelo permanecía seco, las malezas encontradas. Gurovich (1985) señaló que el sistema de goteo humedece solo el volumen de suelo necesario para el crecimiento de raíces, por lo tanto, el sistema radicular está limitado por el área de mojado de los emisores, todavía no está claro la forma en como esto afecta a la papa y su rendimiento, por lo tanto la distribución de la humedad debe ser una de las principales preocupaciones en el diseño de un sistema de riego.

Nombre común:	Nombre científico:
Gramma dulce	<i>Alopecurus mysuroides.</i>
Pata de gallina	<i>Eleusine indica.</i>
Yuyo mostasa	<i>Brassica spp.</i>

Rodrigo et al. (1992) y Shani (1987) señalan que el uso eficiente de agua de riego es una de las principales ventajas, esto se debe a que las pérdidas directas por evaporación son mínimas pues no hay mojamiento de follaje y solo se moja la superficie de suelo a lado del emisor, lo que también limita el crecimiento de las malezas.

3.2.7 Fertilización:

Se realizó la programación de la fertilización del experimento de forma fraccionada y teniendo como referencia la curva de absorción de nutrientes de la planta según sus etapas fenológicas, de esta manera se entregó en 10 oportunidades el nitrógeno, 4 oportunidades el fósforo, 10 oportunidades el potasio o 5 oportunidades el Ca, durante el ciclo de vida del cultivo, la fórmula de fertilización utilizada 160-80-240-60.

Para su realización se utilizó un recipiente graduado que contendrá 12 litros de agua, en los que se disolvió el fertilizante. Por parcela se aplicará un litro de la disolución. Las aplicaciones se realizarán con un recipiente graduado de 1 litro, dicho volumen se redistribuirá por cada parcela, ver cuadro 7.

3.2.8 Riegos:

Los diferentes regímenes de humedad en estudio serán manejados en base a un contómetro de agua ubicado a la entrada del módulo experimental. Las láminas de agua programadas por régimen de riego en cada estadio fenológico serán aplicadas mediante lectura inicial y lectura final en el contómetro.

El cálculo del requerimiento hídrico por estado fenológico (ETc), de acuerdo con un coeficiente del cultivo (Kc) y el dato de la evaporación del tanque Clase A (ETc = Kc x Eo) permitieron la determinación de la lámina a aplicar (eficiencia de riego por goteo del 90%), ver cuadros 8, 9 y 10.

La aplicación de agua se realizó a través del módulo de riego por goteo. El módulo consta de 12 cintas de riego con un el distanciamiento entre goteros a 30 cm y un medidor de agua tipo reloj, el cual permitirá la aplicación de la lámina previamente calculada.

Cuadro 7 Cronograma de fertilización.

Días Después de Emergencia.	Fecha	Aplicación de de Nitrógeno.	Aplicaciones de Fosforo	Aplicaciones de Potasio	Aplicaciones de Calcio.
5	05/10/2018	P (25%)			
12	12/10/2018	P (25%)	N (10%)		
19	19/10/2018	P (25%)	N (10%)		
26	26/10/2018	P (25%)	N (10%)		
32	02/11/2018		N (10%)		Ca (20%)
41	09/11/2018		N (10%)		Ca (20%)
48	16/11/2018		N (10%)	K (13%)	Ca (20%)
55	23/11/2018		N (10%)	K (13%)	Ca (20%)
62	30/11/2018		N (10%)	K (13%)	Ca (20%)
69	07/12/2018		N (10%)	K (13%)	
76	14/12/2018		N (10%)	K (13%)	
83	21/12/2018			K (13%)	
90	28/12/2018			K (13%)	

Cuadro 8: Programación de Riego Lamina 150 mm/ha (Etc) en Estudio.

Etapas del Cultivo	Estado Fenológico	Fecha	Ciclo vegetativo (días)		Lamina total aplic. (150mm)	Requerimiento de Riego (90% eficiencia)		ETC (mm/día)	Eo (mm/día)	Kc
			Parcial	Acumulado		Neto (m3)	Apli(m3/ha)			
	Apertura de sistema								2.08	
Siembra		15/09/2018	0	0			-	-	2.08	
	Emergencia	01/10/2018	17	17	9.85	98.52	109.50	1.09	2.43	0.45
Crecimiento	Desarrollo de hojas	05/10/2018	3	20	13.58	135.75	150.86	1.51	2.43	0.62
	30% de cobertura	17/10/2018	12	32	13.58	135.75	150.86	1.51	2.43	0.62
	Inicio de estolonización	22/10/2018	5	37	16.20	162.02	180.06	1.80	2.43	0.74
Llenado de tubérculo	Tuberización	25/10/2018	3	40	18.83	188.30	209.26	2.09	2.43	0.86
	Llenado 70%	07/12/2018	43	83	32.89	328.91	365.53	3.65	3.38	1.08
	Llenado 90%	21/12/2018	14	97	24.97	249.73	277.53	2.77	3.38	0.82
	Cierre de sistema	28/12/2018	7	104	20.10	201.00	223.38	2.23	3.38	0.66
Cosecha	Cosecha	03/01/2019	6	110	0	0	0	0.00	3.37	0
Total - Promedio					150 mm	1,500	1,667	16.65	2.71	0.65

Eficiencia de riego: 90%

Etc: $Kc * Eo$

Eo= Tanque tipo A.

Área total: 193 m²

Cuadro 9 Programación de Riego Lamina 250 mm/ha (Etc) en Estudio.

Etapas del Cultivo	Estado Fenológico	Fecha	Ciclo vegetativo (días)		Lamina total aplic. (150mm)	Requerimiento de Riego (90% eficiencia)		ETC (mm/día)	Eo (mm/día)	Kc
			Parcial	Acumulado		Neto (m3)	Apli(m3)			
	Apertura de sistema								2.08	
Siembra		15/09/2018	0	0			-	-	2.08	
	Emergencia	01/10/2018	17	17	16.42	164.21	182.47	1.09	2.43	0.45
Crecimiento	Desarrollo de hojas	05/10/2018	3	20	22.63	226.25	251.41	1.51	2.43	0.62
	30% de cobertura	17/10/2018	12	32	22.63	226.25	251.41	1.51	2.43	0.62
	Inicio de estolonización	22/10/2018	5	37	27.00	270.04	300.07	1.80	2.43	0.74
Llenado de tubérculo	Tuberización	25/10/2018	3	40	31.38	313.83	348.73	2.09	2.43	0.86
	Llenado 70%	07/12/2018	43	83	54.82	548.19	609.15	3.65	3.38	1.08
	Llenado 90%	21/12/2018	14	97	41.62	416.22	462.50	2.77	3.38	0.82
	Cierre de sistema	28/12/2018	7	104	33.50	335.01	372.26	2.23	3.38	0.66
Cosecha	Cosecha	03/01/2019	6	110	0	0	0	0.00	3.37	0
Total - Promedio					250 mm	2,500	2,778	16.65	2.71	0.65

Eficiencia de riego: 90%

Etc: $Kc \cdot Eo$

Eo= Tanque tipo A.

Área total: 193 m²

Cuadro 10 Programación de Riego Lamina 350 mm/ha (Etc) en Estudio.

Etapas del Cultivo	Estado Fenológico	Fecha	Ciclo vegetativo (días)		Lamina total aplic. (350mm)	Requerimiento de Riego (90% eficiencia)		ETC (mm/día)	Eo (mm/día)	Kc
			Parcial	Acumulado		Neto (m3)	Apli(m3)			
	Apertura de sistema								2.08	
Siembra		15/09/2018	0	0			-	-	2.08	
	Emergencia	01/10/2018	17	17	22.99	229.90	255.45	1.09	2.43	0.45
Crecimiento	Desarrollo de hojas	05/10/2018	3	20	31.68	316.75	351.95	1.51	2.43	0.62
	30% de cobertura	17/10/2018	12	32	31.68	316.75	351.95	1.51	2.43	0.62
	Inicio de estolonización	22/10/2018	5	37	37.81	378.06	420.08	1.80	2.43	0.74
Llenado de tubérculo	Tuberización	25/10/2018	3	40	43.94	439.36	488.20	2.09	2.43	0.86
	Llenado 70%	07/12/2018	43	83	76.75	767.47	852.77	3.65	3.38	1.08
	Llenado 90%	21/12/2018	14	97	58.27	582.71	647.47	2.77	3.38	0.82
	Cierre de sistema	28/12/2018	7	104	46.90	469.01	521.13	2.23	3.38	0.66
Cosecha	Cosecha	03/01/2019	6	110	0	0	0	0.00	3.37	0
Total - Promedio					350 mm	3,500	3,889	16.65	2.71	0.65

Eficiencia de riego: 90%

Etc: $Kc * Eo$

Eo= Tanque tipo A.

Área total: 193 m²

3.2.9 Sanidad.

Se realizaron evaluaciones durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo con el objetivo de identificar las distintas plagas y enfermedades en sus primeros estadios o cuando la incidencia es baja con el fin de que el daño ocasionado por estas no represente una fuente de error para el experimento, ver cuadro 11 y 12.

Plagas observadas:

Cuadro 11: Cronograma de observaciones fitosanitarias.

Plaga	Nombre científico	Fecha de observación
Alternariosis	<i>Alternaria solani</i>	35-70 dde
Rizoctoniasis	<i>Rhizoctonia solani</i>	12 dde
Pudrición blanda	<i>Pectobacterium carotovorum</i>	En la cosecha
Marchitez bacteriana	<i>Ralstonia solanacearum</i>	40 – 50 dde
Pegador de hojas	<i>Hedylepta indicata</i>	22 - 50
Pulguilla	<i>Epitrix spp.</i>	10 - 70
Trips	<i>Frankliniella spp.</i>	10 - 50
Mosca minadora	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	35 -70
Nematodos	<i>Meloidogyne spp.</i>	60 – cosecha.

Observadas las plagas durante el experimento se procedió a realizar el control, en el siguiente cuadro podemos observar el cronograma de aplicaciones, la plaga presente, los días a los que se presentó, el producto comercial utilizado y la dosis por hectárea.

Cuadro 12 Cronograma de aplicaciones fitosanitarias.

N°	Fecha	Control de:	Producto Comercial	Dosis
1	12/10/2018	Pulguilla Trips, Ranca, Rizoctonia.	Clorofos + Luna + Zampro	1.5 l/ha
2	19/10/2018	Pulguilla Trips, Ranca, Rizoctonia.	Clorofos + Luna +Zampro	1.5 l/ha
3	26/10/2018	Pulguilla Trips, Ranca, Rizoctonia.	Clorofos + Luna + Zampro + Imidacloprid	1.5 l/ha
4	02/11/2018	Pulguilla, Trips, Pegador de Hojas, Mosca Minadora, Alternaria.	Clorofos + Luna + imidacloprid	1.5 l/ha
5	09/11/2018	Pulguilla Trips, Pegador de Hojas, Mosca Minadora, Alternaria, Marchites Bacteriana	Clorofos + Luna + Vermitec +CuSo4	1.5 l/ha
6	16/11/2018	Trips, Pegador de Hojas, Mosca Minadora, Alternaria, Marchites Bacteriana	Clorofos + Luna + Vermitec+ CuSo4	1.5 l/ha
7	23/11/2018	Trips, Pegador de Hojas, Mosca Minadora, Alternaria.	Clorofos + Luna + Vermitec	1.5 l/ha
8	30/11/2018	Trips, Pegador de Hojas, Mosca Minadora, Alternaria.	Clorofos + Luna + Vermitec	1.5 l/ha
9	07/12/2018	Trips, Pegador de Hojas, Mosca Minadora, Alternaria.	Clorofos + Luna + Vermitec	1.5 l/ha
10	14/12/2018	Trips, Pegador de Hojas, Mosca Minadora, Alternaria.	Clorofos + Vermitec.	1.5 l/ha

3.2.10 Cosecha.

La cosecha se realizó durante 5 días iniciándose el día 3 de enero y terminando el día 8 de enero 2019, la labor fue manual, todos los tubérculos pertenecientes a una subparcela fueron agrupados en sacos de maya obteniendo 48 sacos de maya al final de la cosecha, los tubérculos de cada saco fueron clasificados en 1er, 2da y 3ra, las características tomadas en cuenta para esta clasificación fueron peso y tamaño.

3.2.11 Evaluaciones fenológicas.

Las evaluaciones fenológicas se llevaron a cabo durante todo el experimento, se observó un rápido desarrollo vegetativo, la floración se inició a los 22 días después de emergencia y la senescencia del cultivo a los 75 días de emergencia, ver cuadro 13.

Cuadro 13: Evaluaciones fenológicas del experimento, codificación (BBCH).

Código de Estadio	Descripción	Fecha	DDE
0	Brotación		
0.7	Formación de tallos.	20/09/2018	
0.9	Emergencia de brotes.	30/09/2018	
1	Desarrollo de las hojas.		
10	Primeras hojas se forman	02/10/2018	2
19	9 o más hojas se desplegaron.	05/10/2018	5
2	Formación de brotes laterales.		
29	Los brotes están completamente formados.	08/10/2018	8
3	Crecimiento longitudinal (Brotes principales)		
32	20% de cobertura	10/10/2018	10
35	30% de cobertura	17/10/2018	17
4 & 5	Aparición de órgano floral /Desarrollo de tubérculo		
40	Formación de estolones	22/10/2018	22
50	Aparición botones florales	22/10/2018	22
6	Floración/ Inicio de tuberización		
61	10% de flores abiertas/ Inicia la tuberización.	25/10/2018	25
69	Fin de la floración/ 20% de llenado de tubérculos.	16/11/2018	47
7	Llenado de tubérculos/ Formación de frutos		
72	20% de llenado de tubérculos / no se observó.	23/11/2018	54
77	70% llenado de tubérculos / no se observó	07/12/2018	68
8	Tubérculos terminando llenado/ Maduración de frutos.		
89	90% de llenado de tubérculo / no se observó	21/12/2018	82
9	Senescencia		
91	Inicio de amarillamiento	14/12/2018	75
95	50% amarillado	21/12/2018	82
99	Fin del ciclo.	03/01/2019	95

3.3. Factores en estudio

I FACTOR: Momentos de la aplicación de citoquininas

Momentos de Aplicación de Citoquininas	Días después de la emergencia (DDE)
Testigo	0
Momento 1	25 DDE
Momento 2	25-50 DDE
Momento 3	25-50-75 DDE

Momentos de Aplicación de Citoquininas

- **Momento 0:** Testigo. Sin la aplicación de citoquininas.
- **Momento 1:** La aplicación fue en un momento del ciclo fenológico del cultivo a los 25 días después de la emergencia. Por sub parcela (3.75 m²) se le aplicó 0.5cm³ del producto comercial ULTRACYTO, disuelto en 1 litro de agua (0.2 ppm) a pie de planta.
- **Momento 2:** Las aplicaciones fueron en dos momentos del ciclo fenológico del cultivo a los 25 días después de la emergencia y por segunda vez a los 50 días después de la emergencia. Por sub parcela (3.75 m²) se le aplicó 0.5cm³ del producto comercial ULTRACYTO, disuelto en 1 litro de agua (0.2 ppm) a pie de planta.
- **Momento 3:** Las aplicaciones fueron en tres momentos del ciclo fenológico del cultivo a los 25 días, a los 50 días y por tercera vez a los 75 días después de la emergencia. Por sub parcela (3.75 m²) se le aplicó 0.5cm³ del producto comercial ULTRACYTO, disuelto en 1 litro de agua (0.2 ppm) a pie de planta.

Modo de Aplicación:

Para su realización se utilizó un recipiente graduado que contendrá 12 litros de agua, en los que se disolverán 6 cm³ del producto comercial ULTRACYTO. Por parcela se aplicará un litro de la disolución. Las aplicaciones se realizarán con un recipiente graduado de 1 litro, dicho volumen se redistribuirá por cada parcela

II FACTOR: Regímenes de riego

Regímenes de Riego	Láminas (mm)
Lámina 1	150
Lámina 2	250
Lámina 3	350

Regímenes de Riego.

Tres regímenes de riego fueron comparados en el cultivo de papa variedad UNICA.

- **Régimen 1:** Aplicación de 1,667 m³ /ha, para justificar un uso consumo (ETc) de 1,500 m³/ha por el cultivo durante su ciclo vegetativo
- **Régimen 2:** Aplicación de 2,778 m³ /ha, para justificar un uso consumo (ETc) de 2,500 m³/ha por el cultivo durante su ciclo vegetativo
- **Régimen 3:** Aplicación de 3,889 m³ /ha, para justificar un uso consumo (ETc) de 3,500 m³/ha por el cultivo durante su ciclo vegetativo, ver cuadro 14.

Cuadro 14 Eficiencia de agua aplicada en riego

Regímenes de Riego	Lamina neta /ha (ETc)	Lamina total/ha (Eficiencia:90%)
Nivel I	1500 m ³	1,667 m ³
Nivel II	2500m ³	2,778m ³
Nivel III	3500 m ³	3,889 m ³

Modo de Aplicación:

El ciclo vegetativo del cultivo de papa se dividió en 10 estados fenológicos:

El cálculo del requerimiento hídrico por estado fenológico (ETc), de acuerdo con un coeficiente del cultivo (Kc) y el dato de la evaporación del tanque Clase A ($ETc = Kc \times Eo$) permitieron la determinación de la lámina a aplicar (eficiencia de riego por goteo del 90%) La aplicación de agua se realizó a través del módulo de riego por goteo. El módulo consta de 12 cintas de riego con un el distanciamiento entre goteros a 30 cm y un medidor de agua tipo reloj, el cual permitirá la aplicación de la lámina previamente calculada.

3.4. Diseño experimental

El diseño experimental fue Parcelas Divididas. Los regímenes de riego serán dispuestos aleatoriamente a nivel de parcelas y los momentos de la aplicación de citoquininas serán dispuestos aleatoriamente a nivel de subparcelas. El ensayo constará de cuatro repeticiones, ver cuadro 15.

Cuadro 15 Factores y fuentes de variación del diseño experimental.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Bloques	4
Láminas De Riego (A)	2
Error (A)	6
Momentos (B)	3
Interacción Axb	6
Error (B)	27
Total	47

3.5. Croquis del campo experimental

A continuación, se presenta el croquis del campo experimental y sus características:

Distribución de los niveles y tratamientos en el presente ensayo.

BLOQUE 1			BLOQUE 2			BLOQUE 3			BLOQUE 4		
L1	L2	L3	L1	L2	L3	L2	L3	L1	L2	L1	L3
M0	M1	M3	M2	M1	M3	M1	M0	M2	M0	M1	M3
M1	M2	M0	M3	M0	M1	M2	M1	M3	M1	M2	M1
M2	M3	M1	M0	M2	M0	M3	M2	M1	M2	M3	M0
M3	M0	M2	M1	M3	M2	M0	M3	M0	M3	M0	M2

Características del Campo Experimental:

Dimensiones del terreno:

Largo	:	12.9 m
Ancho	:	15 m
Área total	:	193.5 m ²
Área de calles	:	13.5 m ²
Área neta	:	180 m ²

Bloques:

Número de blocks	:	4
Ancho block	:	3.75 m
Largo block	:	12.9 m
Área del block	:	48.37 m ²
Área de blocks	:	193.5 m

Parcela:

Largo de parcela	:	12.9 m
Ancho de parcela	:	1.25 m
Área Neta	:	16.125 m ²
Numero de parcelas	:	12
Área total	:	193.5 m ²

Sub Parcela:

Largo	:	3 m
Ancho	:	1.25 m
Área de parcela	:	3.75m ²
Número de Sub parcelas	:	48
Área Neta	:	180 m ²
Área total	:	193 m

3.6. Variables por evaluar**3.6.1. Variables de desarrollo vegetal:**

- Altura de planta a los 60 días: Se midió la altura de las plantas a los 80 días después de la siembra cuando la papa alcanzo su máximo desarrollo vegetal.
- Área foliar: Medida en base a tomar el corte de 2 cm de 10 hojas en relación con el peso total de las hojas.
- Materia Seca planta y sus componentes; hojas, tallos y tubérculos: Las plantas a las que se tomó el peso fresco se acondicionaron dentro de bolsas de papel y llevaron a la estufa a 80°C por 48 horas.

3.6.2. Rendimiento:

- Rendimiento de papa (kilogramos de tubérculo fresco por hectárea): Se cosecho el total de tubérculos de cada parcela y se determinó el rendimiento por hectárea.
- Rendimiento comercial. (kilogramos por hectárea)
- Número promedio de tubérculos por planta: A la cosecha se contabilizo el número de plantas y de tubérculos obtenidos por parcela.
- Peso promedio de tubérculo por parcela.
- Número promedio de plantas por m².

3.6.3. Calidad:

- Rendimiento de tubérculos por categoría: A la cosecha se seleccionará los tubérculos bajo los siguientes parámetros:
 - *Primera categoría: tubérculos con un peso mayor a 250gr.
 - *segunda categoría: Tubérculos con un peso entre los 120gr y 250 gr.
 - *Tercera categoría: Tubérculos con un peso menor a 120 gr.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Variables de crecimiento vegetal (altura y área foliar):

Cuadro 16: Variables de crecimiento altura de planta y área foliar (cm).

Factor de Estudio	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm ² /planta)
Lámina de riego (mm)		
L1 150	83.46	1163.3
L2 250	87.88	1432.6
L3 350	90.66	1626.9
Momentos		
Momento 3	90.85	1567.6
Momento 2	88.33	1568.2
Momento 1	86.05	1355.1
Testigo	84.11	1139.5
Promedio General	86.81	1432.6
<u>Análisis de Varianza</u>		
Fuentes de Variación	Significación (parcelas divididas con bloques)	
Lamina de riego (L)	*	*
Momento (M)	*	*
Interacción(L*M)	NS	NS

Significativo (*), no significativo (NS)

En el cuadro 16 se observa que para la variable altura de planta y área foliar los efectos de los factores lámina de riego y momento de aplicación de citoquininas presentan diferencias significativas. Para la interacción lámina * momentos no existe diferencia estadística.

VARIABLES DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETAL DUNCAN MÚLTIPLE.

Altura de planta:

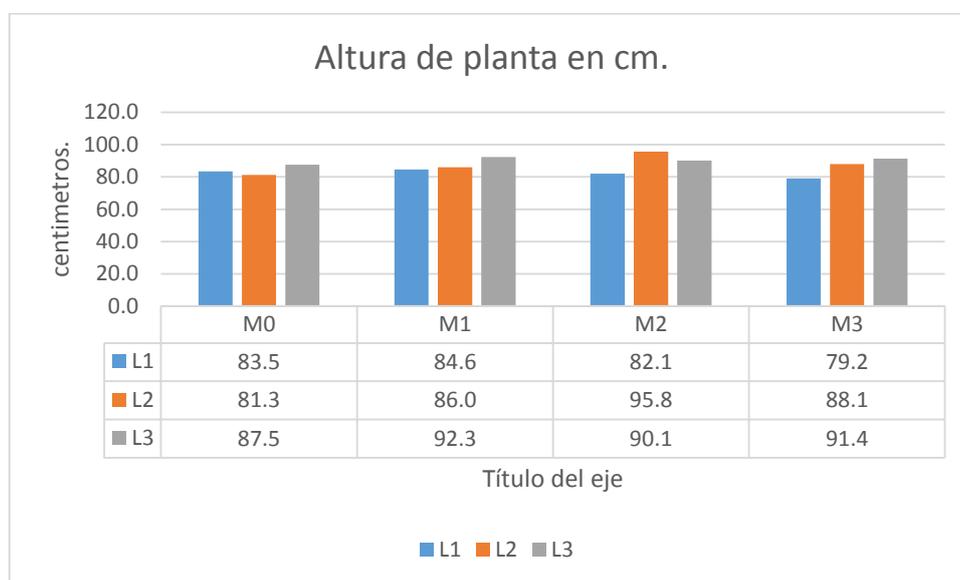


Figura 2 Efecto de la lámina de riego y los momentos de aplicación en la altura de planta.

Prueba de TUKEY ($\alpha=0.05$)

Cuadro 17 Prueba de TUKEY para la variable altura de planta (cm) factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA	TUKEY	%
L3: 350	16	90.66	A	103.1
L2: 250	16	87.88	A B	100.0
L1: 150	16	83.46	B	94.9

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 18: Prueba de TUKEY para la variable altura de planta (cm) factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA	TUKEY	%
Momento 3	12	90.85	A	108.1
Momento 2	12	88.33	A B	105.1
Momento 1	12	86.05	A B	102.3
Testigo	12	84.11	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY

En el cuadro 17 “Prueba de TUKEY para la variable altura de planta” la lámina mayor 350 mm y 250 mm son similares estadísticamente siendo 350mm superior en 3.1% respecto a 250 mm. Tampoco existe diferencia estadística entre la lámina 250 mm y 150 mm siendo la menor lamina inferior en 5.1%, el rápido desarrollo vegetativo (22 días a la floración) posiblemente pudo ser un factor que no permitió un efecto más diferenciado en esta variable. Franco (2018) señala que al evaluar la altura de planta a los 90 días en 4 variedades de quinua sometidos a 3 regímenes de riego distintos, no se encontró diferencia estadística entre las medias evaluadas, también señala que si existió diferencia numérica alcanzando una mayor altura las plantas sometidas al régimen de 100% RRT (requerimiento de riego total) y una menor media las plantas sometidas al régimen de 75% RRT. Cabrera (2016) estudio el efecto 3 láminas de riego: L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm en 4 variedades de maíz morado, al evaluar altura de planta obtuvo respuestas similares estadísticamente entre las láminas L1 y L2, además observo que L3 fue la lámina que presento menor media, siendo menor estadísticamente inferior en 14.2% y 16.6% respectivamente. Diaz (2015) realizo un trabajo en tres láminas de riego y niveles nutricionales en el cultivo de maíz morado, estudió la respuesta de tres láminas de riego L1: 4,121m³, L2: 3,530m³, L3: 2,941m³, al evaluar altura de planta encontró que L2 obtuvo la menor media inferior en 3.6% y 4.9% respectivamente a L3 y L1. Burin (2016) evaluó el rendimiento de 4 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) Bajo tres láminas de riego por goteo: L1:ETc = 420 mm, L2:ETc= 336 mm y L3:ETc = 252 mm. Las láminas sometidas a 420 mm y 336 mm no presentaron diferencias significativas, siendo 420 mm el que alcanzo un mayor promedio de altura con 146.9 cm, 252mm alcanzo el menor promedio de altura con 133.8 cm. Sabemos que las plantas crecen por multiplicación de células y por alargamiento de células que es producto de la presión de turgencia que disminuye cuando hay un déficit hídrico, esta podría ser la razón por la que en el ensayo y los ensayos presentados las plantas sometidas a menores láminas de riego presentaran una menor altura. Los resultados obtenidos por los autores mencionados son similares a los obtenidos en el experimento.

El cuadro 18 “Prueba de TUKEY para la variable altura de planta” la comparación del efecto del factor momento indica que existió diferencia estadística entre los tratamientos en estudio, M3, M2 y M1 son similares estadísticamente siendo M3 el que obtuvo un mayor media y M1 la menor media, además M2, M1 y el testigo tampoco presentan diferencias significativas, sin embargo, se puede observar que el testigo presenta una menor media en comparación con los otros momentos de aplicación siendo M3 superior en 8.1%, M2 en

5.1% y M1 en 2.3%. Valer (2013.) estudio el efecto de la aplicación de AG y citoquininas en tres cultivares de pimiento paprika, H3: AG + citoquininas, H2: citoquininas, H1: AG3 y H0: testigo, al evaluar altura de planta obtuvo que a pesar de que no existió diferencia significativa entre los tratamientos el testigo fue el tratamiento con una media siendo inferior al tratamiento H2 (citoquininas 0.25 ppm) en 2.1% e inferior en 4.2% respecto a la mayor media alcanzada por el tratamiento H3(AG3 +citoquininas). Cantaro (2019) efectuó un trabajo utilizando reguladores de crecimiento en arveja aplicando 8 tratamientos (T3= 1 L ha-1 Triacantanol + citoquininas, T4=1 L ha-1 Triacantanol +citoquininas+ Axuinas, T5= Trihormonal y testigo), los resultados al evaluar altura de planta mostraron que el triacantanol obtuvo un incremento del 11.1 % sobre el control, asimismo se observó una interacción positiva con las citoquininas (8.1%) por encima del control. Resultados que similares con los obtenidos en el presente experimento. Gamboa y Palomino (2018) evaluaron la respuesta de la aplicación de foliar de 3 fitohoronas a diferentes dosis en el cultivo de papa Canchan INIAA, observaron que hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, el tratamiento 6(Agrocimax-V 3l/ha) obtuvo la mayor media con una altura promedio de 69.06 cm, la menor media fue obtenida por el testigo con un promedio de altura de 61.66 cm inferior en 7.40 cm.

Klee y Estele (1991) señalaron que las citoquininas son responsables de los procesos de división celular, entre los que se encuentra la formación y crecimiento del brote, regulación del crecimiento; efecto que podría explicar la razón por la que el testigo presenta una menor media al ser comparado con los otros tratamientos en estudio. Salisbury y Ross (1974) las citoquininas están asociadas desarrollo de yemas laterales en dicotiledóneas, expansión celular. Parra (2002) las citoquininas son hormonas vegetales naturales que estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos. Las plantas crecen por división y alargamiento celular, por lo mencionado por los autores citados las citoquininas son fitohormonas que estimulan o promueven la expansión y división celular de tejidos meristemáticos esta podría ser una probable razón por la que el testigo presenta una menor media en relación a los otros tratamientos a los que si se les aplico citoquininas en distintos momentos del ciclo vegetativo del cultivo.

Área foliar:

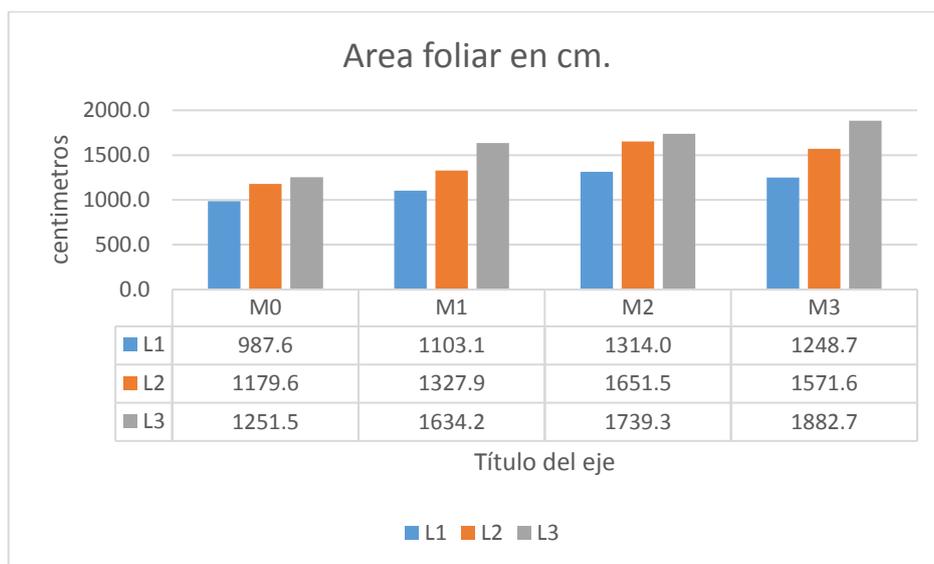


Figura 3 Efecto de las láminas de riego y los momentos de aplicación en el área foliar (cm).

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 19: Prueba de TUKEY para la variable área foliar (cm) de planta factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA	TUKEY	%
L3: 350	16	1626.92	A	100.0
L2: 250	16	1432.65	B	97.4
L1: 150	16	1163.33	C	63.3

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 20: Prueba de TUKEY para la variable área foliar de planta factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA	TUKEY	%
Momento 2	12	1568.2	A	137.6
Momento 3	12	1567.6	A	137.5
Momento 1	12	1355.1	B	118.9
Testigo	12	1139.5	C	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY

El cuadro 19 “Prueba de TUKEY para la variable área foliar” indica que L3: 450 mm y L2: 350 mm no presentan diferencias significativas, sin embargo, la media de L1: 250 mm es significativamente menor. Franco (2018) señalo que al evaluar el efecto de 3 distintos regímenes de riego en 4 variedades de quinua encontró que el régimen de 100% RRT (480 mm) fue el que manifestó mayor área foliar superior estadísticamente al régimen de 87.5% RRT (420 mm) en 5.9% y al régimen de 75% RRT (360 mm) en 3.9%. Cabrera (2018) Señala que al evaluar el área foliar (cm) a los 90 días en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, al evaluar área foliar no se encontró diferencia significativa, sin embargo, L2 es el tratamiento que alcanzo una mayor media siendo superior a L1 en 2% y a L3 en 7.9% ubicándose como la menor media L3. Burin (2016) evaluó el rendimiento de 4 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) Bajo tres láminas de riego por goteo: L1: ETc = 420 mm, L2:ETc= 336 mm y L3:ETc = 252 mm, la lamia de 420 mm presento la mayor media 908.1 cm diferente estadísticamente a las láminas de 336mm y 252 mm, la menor media obtuvo una media 471.1 inferior en 13.5 y 92.8 respectivamente. Kumar et al.(2003) señalo que la limitación hídrica reduce el crecimiento foliar, el índice de área foliar, la cobertura del suelo, la tasa de fotosíntesis por unidad de área foliar. Teoría que podría ser la razón por la que las plantas sometidas a las menores láminas de riego presentan el menor promedio de área foliar.

En cuadro 20 “Prueba de TUKEY para la variable área foliar” no existe diferencias significativas entre los tratamientos M2 y M3, siendo las medias de estos tratamientos diferentes estadísticamente con el tratamiento M1 que a su vez es superior estadísticamente al testigo habiendo un incremento de 18.9%,37.5% y 37.6% respectivamente a M1, M2 y M3. Valer (2013) estudio el efecto de la aplicación de AG y citoquininas en tres cultivares de pimiento paprika, H3: AG3 + citoquininas, H2: citoquininas, H1: AG y H0: testigo, al evaluar la variable área foliar encontró que H2(citoquininas 0.25ppm) fue significativamente superior con respecto al testigo, siendo superior en 13.2%, además se observó que fue superior al tratamiento H1 en 9.7% siendo solamente inferior numéricamente con el tratamiento H3 (AG3 +citoquininas.) . Klee y Estele (1991) señalaron que las citoquininas son responsables de los procesos de división celular y crecimiento en los distintos órganos de la planta.

4.2 Variable de desarrollo vegetal (Materia seca):

Cuadro 21 Variables de materia seca (g) de los distintos órganos de la planta.

Factor de Estudio	Materia seca total (g.)	Materia seca foliolos (g.)	Materia seca tallo (g.)	Materia seca tubérculos (g.)
Lamina de riego (mm)				
L1 250	88.27	26.03	34.40	27.83
L2 350	90.94	28.98	35.48	26.55
L3 450	93.36	28.90	34.64	28.83
Momentos				
Momento 3	93.90	30.06	39.47	27.69
Momento 2	93.13	29.19	39.68	27.60
Momento 1	88.97	27.15	37.10	27.66
Testigo	87.43	25.49	35.31	28.01
Promedio General	87.90	27.1	36.0	24.1
Análisis de Varianza				
Fuentes de Variación	Significación (parcelas divididas con bloques)			
Lamina de riego (L)	*	*	NS	*
Momento (M)	*	*	*	NS
Interacción(L*M)	NS	NS	NS	NS

Significativo (*) no significativo(NS)

En el cuadro 21 se observa que para las variables materia seca total, materia seca de foliolos los efectos de lámina de riego y momento de aplicación de citoquininas presentan diferencia significativa, para la interacción no presentan diferencias estadísticas. Para la variable materia seca de tallo el factor momento de aplicación de citoquininas presenta diferencia significativa, los factores lamina de riego y lamina * momento no presentan diferencia estadística. Para la variable materia seca de tubérculo se observa que solo para el factor momento se presenta significancia.

Materia seca total:

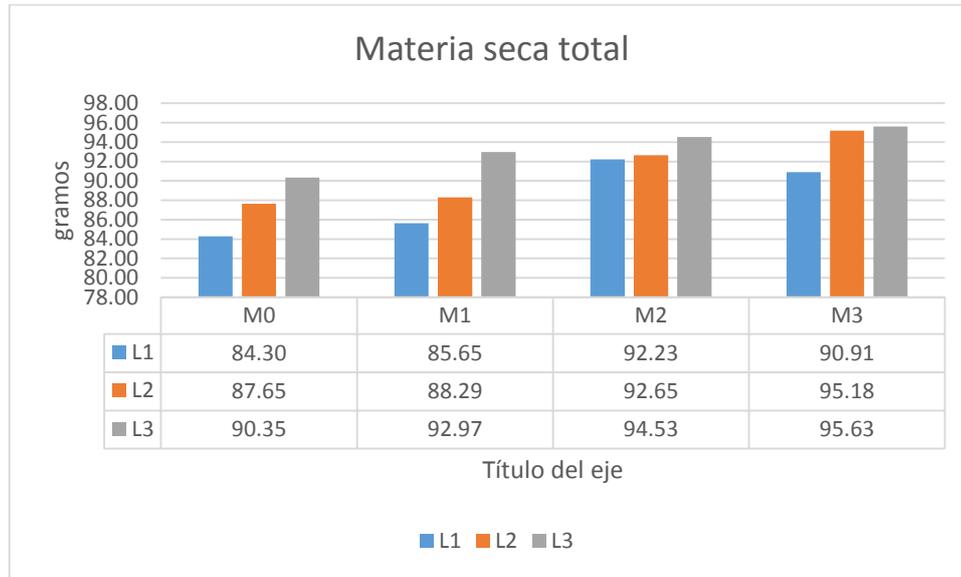


Figura 4 Efecto de láminas de riego y momentos de aplicación en el peso seco total por planta.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 22: Prueba de TUKEY para la variable materia seca total (g) de planta factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA (g)	TUKEY	%
L3: 350	16	93.36	A	103.3
L2: 250	16	90.94	A B	100.0
L1: 150	16	88.27	B	97.06

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 23: Prueba de TUKEY para la variable materia seca total (g) de planta factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA (g)	TUKEY	%
Momento 3	12	93.90	A	107.4
Momento 2	12	93.13	A	106.5
Momento 1	12	88.97	B	101.7
Testigo	12	87.43	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

En el cuadro 22 “Prueba TUKEY para la variable materia seca total” muestra que las láminas de 350 mm y 250 mm son similares estadísticamente, no obstante, si hay diferencia significativa en comparación con las láminas de 250 mm y 150 mm que tampoco presentan diferencias estadísticas, se observa además que la menor lamina L1:150mm es la que obtuvo un menor promedio en comparación con las otras dos laminas siendo L2 superior en 2.9% y L3 en 6.24%. Franco (2018) evaluó regímenes de riego en el crecimiento y rendimiento de 4 variedades de quinua, las láminas evaluadas fueron L1:480 mm, L2:420 mm y L3: 360 mm, señala que al evaluar la materia seca total encontró que la lámina de 480mm fue superior en 15.4 respecto a 420 mm, 360 mm a su vez fue inferior en 3.8% al ser comparado con L2. Cabrera (2016) señala que al evaluar el área foliar (cm) a los 90 días en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, al evaluar peso seco total encontró que 420 mm y 340 mm no presentaban diferencias significativas, así mismo 340 mm y 420 mm tampoco, sin embargo, la lámina de 260 mm representaba la menor media siendo inferior en 7.6% y 16.0% respectivamente a L2 y L1. Diaz (2015) realizó un trabajo en tres láminas de riego y niveles nutricionales en el cultivo de maíz morado, estudió la respuesta de tres láminas de riego L1: 4,121 m³, L2: 3,530 m³, L3: 2,941 m³, al evaluar materia seca total encontró que L3 fue el tratamiento que menor promedio obtuvo siendo inferior en 16.6% y 17.1% en relación con L2 y L1. Burin (2016) evaluó el rendimiento de 4 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) Bajo tres láminas de riego por goteo: L1:ETc = 420 mm, L2:ETc= 336 mm y L3:ETc = 252 mm, existe diferencia estadística entre todas las láminas, 420 mm obtuvo 86.5 g, 336 mm = 69.0 g y 252 mm = 46.17g, siendo 252 mm inferior en 49.6 y 87.3 respectivamente.

En el cuadro 23 “Prueba TUKEY para la variable materia seca total” muestra que para el factor momento M3 y M2 no presentan diferencias significativas, M1 y M0 (testigo) también son similares estadísticamente siendo el testigo el tratamiento con menor media, siendo inferior en 1.7%, 6.5% y 7.4% respectivamente. Valer (2013) estudio el efecto de la aplicación de AG y citoquininas en tres cultivares de pimiento paprika, H3: AG3 + citoquininas, H2: citoquininas, H1: AG y H0: testigo, al evaluar la variable materia seca total encontró que el testigo fue el tratamiento que menor prometió obtuvo, además encontró que H2 (citoquininas 0.25ppm) supero al testigo en 11.1% siendo el segundo mejor tratamiento solo superado por H3.

Materia seca de los folíolos:

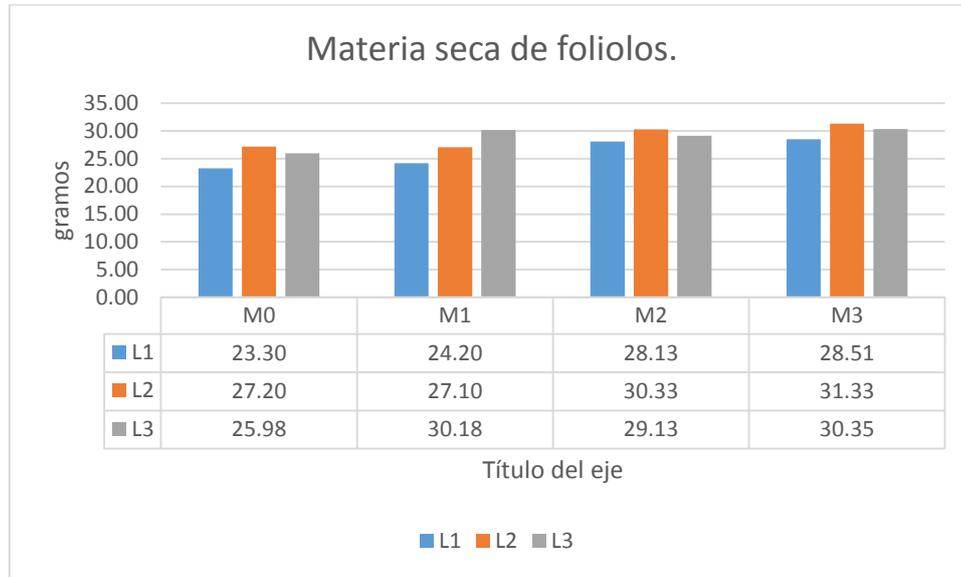


Figura 5 Efecto de tres láminas de riego y 4 momentos de aplicación en la materia seca de folíolos.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 24: Prueba TUKEY para la variable materia seca de los folíolos (g) de la planta factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA (g)	TUKEY	%
L2: 250	16	28.98	A	100.0
L3: 350	16	28.90	A	99.7
L1: 150	16	26.03	B	89.8

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY

Cuadro 25: Prueba de TUKEY para la variable materia seca de los folíolos (g) de la planta factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA (g)	TUKEY	%
Momento 3	12	30.06	A	117.9
Momento 2	12	29.19	A	114.5
Momento 1	12	27.15	B	106.5
Testigo	12	25.49	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY

En el cuadro 24 “Prueba de TUKEY para la variable materia seca de foliolos” muestra que las medias de L2: 250 mm y L3: 350 mm no presentan diferencias estadísticas entre sí, no obstante, L2: 150 mm presenta el menor promedio y es significativamente menor que L2 y L3, siendo inferior en 10.2% y 9.9% respectivamente. Cabrera (2016) señala que al evaluar peso seco de hojas (gr) a los 90 días en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, encontró que a pesar de que no existió diferencia significativa entre las láminas aplicadas L3:260 mm fue inferior en 8.1% y 17.0% respectivamente a L2 y L1. Diaz (2015) llevo a cabo un trabajo para evaluar el efecto de las láminas de riego fueron L1: 4,121 m3, L2: 3,530 m3, L3: 2,941 m3 y el nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado, al evaluar materia seca de hojas encontró que L3 fue el tratamiento que menor media presento inferior en 4.1% al ser comparado con L1 y 21% al ser comparado con L2. Burin. (2016) evaluó el rendimiento de 4 variedades de quinua bajo tres láminas de riego, L1:420 mm, L2: 336 mm y L3:252 mm, al evaluar materia seca de hoja encontró que L1 fue significativamente superior que L2 y L3, además L3 obtuvo en menor promedio siendo inferior en 27.6% y 99.8% respectivamente. Taiz y Zeiguer (1998) señalan que la reducción del área foliar es una respuesta fisiológica al déficit hídrico, esto se debe a que la expansión foliar está gobernada por la presión de turgencia que es extremadamente sensible al déficit hídrico, además es sabido que una función del agua es de transporte de nutrientes y que en condiciones de estrés la eficiencia fotosintética disminuye afirmaciones que concuerdan con una menor media del área foliar en L1.

Cuadro 25 “Prueba de TUKEY para la variable materia seca de foliolos” muestra que para el factor momento los niveles M3, M2 no presentan diferencia significativa siendo M3 superior numéricamente, además son significativamente superiores a M1 y M0 que no presentan diferencias significativas, M0 (testigo) presenta la menor media siendo inferior en 6.5%, 14.5% y 17.9% respectivamente. Valer (2013) encontró que tras la aplicación de AG y Citoquininas en tres variedades de paprika la menor acumulación de materia seca en las hojas se presenta en el testigo, resultados que coinciden con el menor porcentaje de materia seca en hoja del experimento presente, el tratamiento H2 (0.25 ppm de citoquininas) fue superior en 13.2% con respecto al testigo y ocupó el segundo lugar siendo 1.2% menor que el tratamiento H3 (AG3+citoquininas).

Materia seca de tallo:

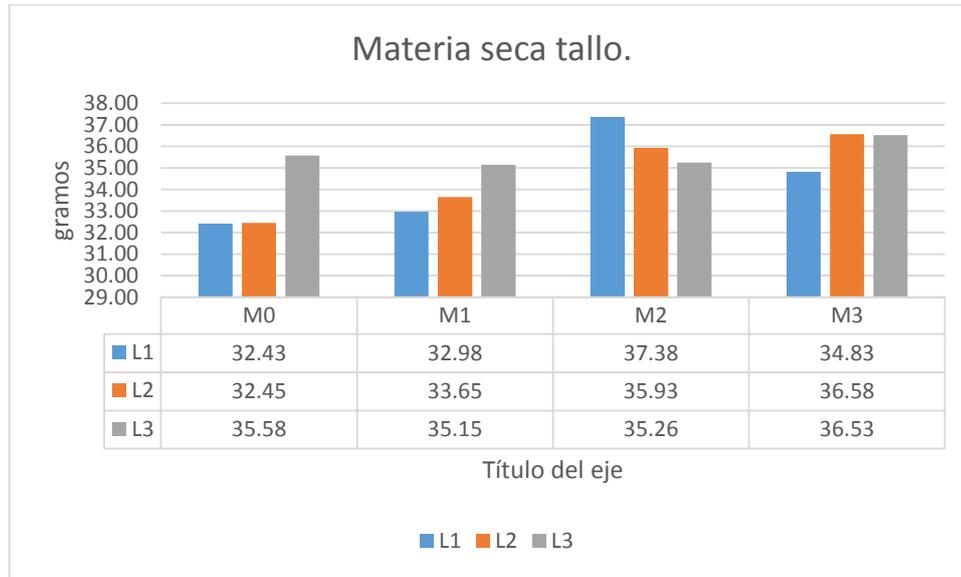


Figura 6 Efecto de las láminas de riego y momentos de aplicación en el peso seco del tallo.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 26: Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tallo (g) de la planta para el factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA (g)	TUKEY	%
L2: 250	16	35.48	A	100.0
L3: 350	16	34.64	A	97.63
L1: 150	16	34.40	A	96.95

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 27: Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tallo (g) de la planta para el factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA (g)	TUKEY	%
Momento 2	12	39.68	A	112.3
Momento 3	12	39.47	A	111.7
Momento 1	12	37.10	B	105.1
Testigo	12	35.31	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

En el cuadro 26 “Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tallo” muestra que para el factor lamina todos los tratamientos son similares estadísticamente, sin embargo, la lámina de 250 mm es numéricamente superior a la media de la lámina de 350 mm habiendo una diferencia porcentual de 2.3, además se observa que la lámina de 150 mm obtuvo el menor promedio siendo inferior en 4.1% respecto a L2. Diaz (2015) realizo un trabajo para evaluar el efecto de las láminas de riego: L1: 4,121 m³, L2: 3,530 m³ y L3: 2,941 m³ y el nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado, al evaluar materia seca de tallo encontró que no había diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, sin embargo, la lámina de 3,530 m³ obtuvo el primer lugar seguido por la lámina de 4,121 m³ y finalmente 2,941 m³, existiendo una diferencia de 6.9% y 22.4% respectivamente. Burin (2016) evaluó el rendimiento de 4 variedades de quinua bajo tres láminas de riego, L1:420 mm, L2: 336 mm y L3:252 mm, al evaluar materia seca de tallo encontró que L1 fue significativamente superior que L2 y L3, además L3 obtuvo en menor promedio siendo inferior en 45.2% y 70.5% respectivamente. Cabrera (2016) señala que al evaluar peso seco de tallo (gr) a los 90 días en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, encontró que a pesar que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, L3 fue inferior a L2 y L3 en 12.4% y 23.2% respectivamente, resultados similares con los obtenidos en este trabajo. Beukema & Vander Zaag (1979) menciona que al ser sensible al estrés hídrico es exigente en agua, necesitando de 400 a 700 litros para producir 1 kilogramo de materia seca en los tubérculos. Podría ser la razón de que la menor lámina presenta el menor peso promedio de tubérculos.

En el cuadro 27 “Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tallos (gr)” muestra que para el factor momento los niveles M2, M3 no presentan diferencias significativas, sin embargo, son superiores significativamente en comparación M1 y M0 (testigo) que no tienen diferencia significativa, además se observa que M0 presenta la menor media inferior en 5.1%, 11.7% y 12.3% respectivamente. Valer (2013) encontró que tras la aplicación de AG y Citoquininas en tres variedades de paprika los menores valores de materia seca de tallo lo obtuvieron el testigo en comparación con los otros tratamientos, además se observa que el tratamiento H2 (citoquininas 0.25ppm) fue superior en 11.1% respecto al testigo e inferior en 3.4% respecto al mejor tratamiento H3 (AG3 + citoquininas) resultados que coinciden con el testigo en el presente experimento, donde el testigo.

Materia seca tubérculos:

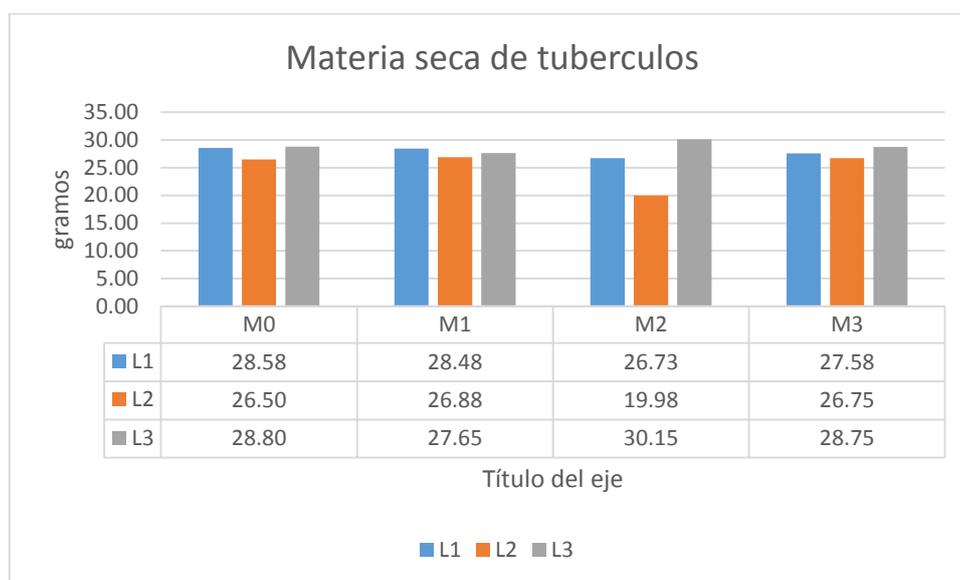


Figura 7 Efecto de las láminas de riego y momento de aplicación en el peso seco de los tubérculos.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 28: Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tubérculos (g) de la planta para el factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA(g)	TUKEY	%
L3: 350	16	28.83	A	108.5
L1: 150	16	27.83	A B	104.8
L2: 250	16	26.55	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 29 : Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tubérculos (g) de la planta para el factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA (g)	TUKEY	%
Testigo	12	28.01	A	100.0
Momento 3	12	27.69	A	98.8
Momento 1	12	27.66	A	98.7
Momento 2	12	27.60	A	98.6

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

En el cuadro 28 “Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tubérculos” Se observa que las láminas de 150 mm L3:350 mm no presentan diferencias estadísticas, las láminas de 150 mm y 250 mm tampoco son distintos estadísticamente. Siendo la lámina de 250 mm la que obtuvo el menor promedio inferior en 4.8% y 8.5% respectivamente. Diaz (2015) ejecuto un trabajo para evaluar el efecto de las láminas de riego (L1: 4,121 m3, L2: 3,530 m3, L3: 2,941 m3) y el nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado, al evaluar peso seco de mazorca encontró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, L2 fue el tratamiento con menor media siendo inferior en 4.2% respecto a L3 y en 8.3% respecto a L1. Cabrera (2016) efectuó un trabajo en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, observo que no existía diferencia significativa entre los niveles evaluados, sin embargo, L3 obtuvo la menor media siendo inferior en 3.2% respecto a L2 y 14.3% respecto a L1. Burin (2016) evaluó el rendimiento de 4 variedades de quinua bajo tres láminas de riego, L1:420 mm, L2: 336 mm y L3:252 mm. Al evaluar materia seca de panoja encontró diferencia significativa entre los tres niveles evaluados siendo L3 fue el nivel que obtuvo menor media siendo inferior en 52.9% respecto a L2 y 93.7% respecto a L1.

En el cuadro 29 “Prueba de TUKEY para la variable materia seca de tubérculos” muestra que no existe diferencia significativa entre los niveles del factor momento siendo el testigo el que obtuvo una mayor media seguido por M3, M1 y M2, siendo M0 (testigo) superior en 1.2%, 1.3% y 1.4% respectivamente. Gamboa y Palomino (2018) llevaron a cabo un trabajo sobre la respuesta de trihormonales en diferentes dosis en papa Cachan INIA, el testigo fue el tratamiento que menor promedio obtuvo, siendo inferior en 8.8% respecto al mejor tratamiento (Agrocimax-V 3.0 l/ha). Gastelu y Poma (2017) realizaron un trabajo buscando la respuesta a la aplicación foliar de 3 trihormonales en papa Canchan INIA, el menor promedio obtenido fue por el testigo siendo inferior en 8.8% respecto al mejor tratamiento (Agrocimax-V 3.0 l/ha). Valer (2013) Realizo un estudio aplicando de AG y Citoquininas en tres variedades de paprika, encontró diferencia significativa entre todos los momentos, el testigo fue el que menor media obtuvo siendo inferior en 14.5% respecto al tratamiento H2 (citoquininas 0.25 ppm) y en 18.8% respecto al mejor tratamiento H3 (AG3 + citoquininas).

4.3 Variables de los componentes de rendimiento:

Cuadro 30 Componentes del rendimiento.

Factor de Estudio	Planta /m2	N° tuber/ plant	P tuber/ plant (g)
Lamina de riego (mm)			
L1 150	3.66	6.89	560.26
L2 250	3.66	5.71	879.26
L3 350	3.62	6.17	714.89
Momentos			
Momento 3	3.64	6.54	727.35
Momento 2	3.66	6.04	795.21
Momento 1	3.66	5.85	748.32
Testigo	3.64	5.28	710.38
Promedio General	3.64	6.5	718.1
Análisis de Varianza			
Fuentes de Variación	Significación (parcelas divididas)		
Lámina de riego (L)	NS	*	*
Momento (M)	NS	*	*
Interacción(L*V)	NS	*	*

Significativo (*), no significativo (NS)

En el cuadro 30 se observa que para la variable planta m2 no hay diferencias significativas para los efectos de los dos factores en estudio y la interacción. Para las variables número de tubérculos por planta y peso promedio de tubérculos por planta los efectos de los dos factores en estudio y la interacción si presentan diferencia significativa.

Variables de los componentes de rendimiento DUNCAN múltiple.

Número promedio de plantas por metro cuadrado:

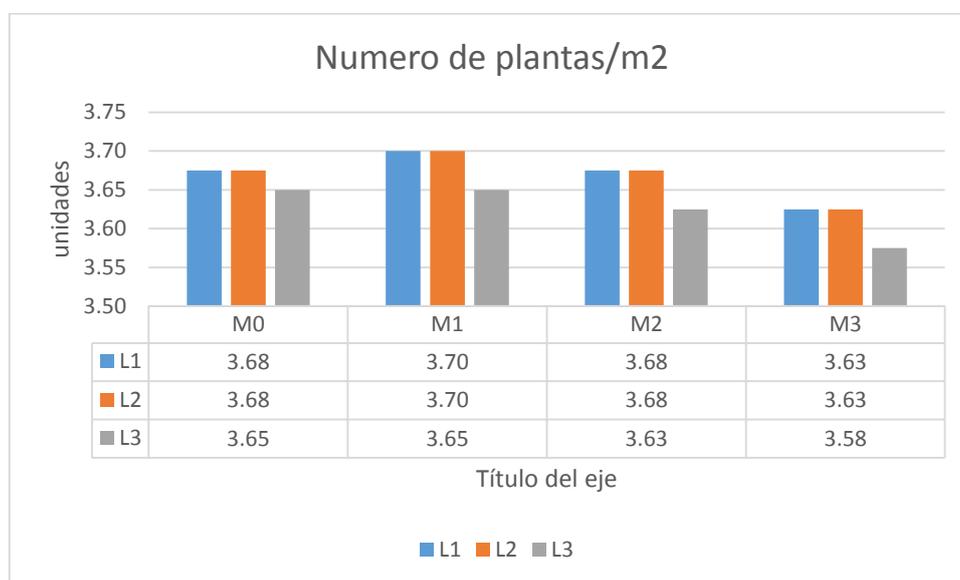


Figura 8 Efecto de distintas láminas y momentos de aplicación en el número de plantas por m².

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 31: Prueba de TUKEY para la variable número de plantas por m² para el factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA	TUKEY	%
L1: 150	16	3.66	A	100.0
L2: 250	16	3.66	A	100.0
L3: 350	16	3.62	A	98.90

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 32: Prueba de TUKEY para la variable número de plantas por m² para el factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA	TUKEY	%
Momento 2	12	3.66	A	100.5
Momento 1	12	3.66	A	100.5
Momento 3	12	3.64	A	100.0
Testigo	12	3.64	A	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

En el cuadro 31 “Prueba de TUKEY para la variable número de planta por m²” muestra que para los niveles del factor lamina 150 mm, 250 mm, L3: 350 mm no existe diferencia estadística, siendo 1.1% la diferencia entre el mayor y menor promedio. Diaz (2015) realizo un trabajo para evaluar el efecto de las láminas de riego L1: 4,121 m³, L2: 3,530 m³, L3: 2,941 m³ y el nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado, al evaluar número de plantas por metro cuadrado no encontró diferencia significativa entre las distintas laminas en estudio, habiendo solo una diferencia de 2.2% entre la mayor media y la menor media. Cabrera (2016) llevaron a cabo un trabajo en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420mm, L2= 340mm y L3= 260mm, al evaluar número de plantas por m² no encontró diferencia significativa entre las láminas en estudio. Burin (2016) ejecuto un estudio en el rendimiento de 4 variedades de quinua bajo tres láminas de riego, L1:420mm, L2: 336mm y L3:252mm, al evaluar el número de plantas por m² encontró que no había diferencia significativa entre las medias de las láminas en estudio, la menor media la obtuvo L2 siendo inferior en 76% al ser comparada con L1 y en 10.4% al ser comparada con L3.

En el cuadro 32 “Prueba de TUKEY para la variable número de plantas por m²” muestra que para los niveles del factor momento M2, M1, M3 y M0 no presentan diferencias significativas, sin embargo, el testigo (M0) presento la menor media. Valer (2013) realizo un estudio aplicando de AG y Citoquininas en tres variedades de paprika, al evaluar el número de plantas no encontró diferencia significativa entre las medias de los tratamientos en estudio, sin embargo, el testigo fue el que menor media obtuvo, siendo inferior en 1.5% al ser comparado con el tratamiento H2 (citoquininas a 0.25ppm) y en 2.4% respecto al mejor tratamiento H3 (AG3 + citoquininas).

Los ensayos mencionados fueron realizados en unidades experimentales relativamente pequeñas y utilizando un sistema de riego por goteo, que podría ser la razón de la baja mortandad de las plantas sometidas a tratamientos muy diversos por lo que hay mayor cuidado al momento de realizar las labores culturales debido a las dimensiones en las que se realizan los ensayos y una mayor eficiencia al regar, dos de las principales causas de las altas tasas de mortandad en campo.

Numero promedio de tubérculos por planta:

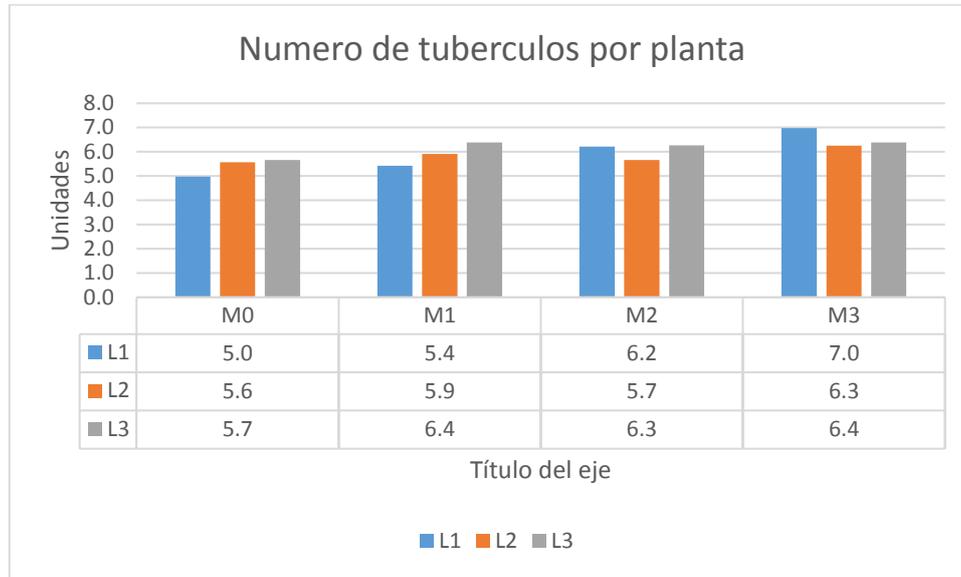


Figura 9 Efecto de 3 láminas de riego y 4 momentos de aplicación de citoquininas en el número de tubérculos por planta.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 33: Prueba de TUKEY para la variable número promedio de tubérculos por planta para el factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA	TUKEY	%
L3: 350	16	6.17	A	105.4
L1: 150	16	5.89	A B	100.8
L2: 250	16	5.71	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 34 Prueba de TUKEY para la variable número promedio de tubérculos por planta para el factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA	TUKEY	%
Momento 3	12	6.54	A	123.8
Momento 2	12	6.04	A B	114.3
Momento 1	12	5.85	B	110.7
Testigo	12	5.28	C	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 35: Prueba de TUKEY para la variable número promedio de tubérculos por planta para la interacción lamina * momento ($\alpha=0.05$).

Lamina * Momento	N	MEDIA	TUKEY
1 M3	4	7.00	A
3 M3	4	6.40	A B C
3 M1	4	6.37	A B C
3 M2	4	6.27	A B C
2 M3	4	6.22	A B C
1 M2	4	6.20	B C
2 M1	4	5.75	B C D
3 M0	4	5.65	B C D
2 M2	4	5.65	B C D
1 M1	4	5.42	B C D
2 M0	4	5.22	B C D
1 M0	4	4.97	C D

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

En el cuadro 33 “Prueba de TUKEY para la variable número promedio de tubérculos por planta” la prueba de DUNCAN muestra que la lámina de 150mm y L3:350mm son similares estadísticamente. 150 mm y 250 mm también son similares estadísticamente siendo la lámina de 250 mm la que presenta un menor promedio inferior en 0.8% respecto a 150 mm y en 5.4% respecto a 350 mm. Cabrera (2016) efectuó un trabajo en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, al evaluar el número de mazorcas por planta no obtuvo diferencia significativa, el tratamiento L3 el que obtuvo el menor promedio siendo inferior en 6.4% al ser comparado con L2 y en 9.7% al compararse con L1. Diaz (2015) realizó un trabajo para evaluar el efecto de las láminas de riego (L1: 4,121 m³, L2: 3,530 m³, L3: 2,941 m³) y el nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado, al evaluar número de mazorcas por planta no obtuvo diferencia significativa entre las láminas evaluadas, el tratamiento L1 fue el que menor medias obtuvo siendo inferior en 2.4% respecto a L2 y L3. Kumar et al. (2003) señala que una mala distribución de agua durante el ciclo de vida de la papa afecta de forma negativa en el crecimiento y desarrollo de la planta en consecuencia a las variables de rendimiento como el número y el tamaño del tubérculo por planta.

En el cuadro 34 “Prueba de TUKEY para la variable número promedio de tubérculos por planta” muestra que para el factor momento los niveles M3, M2 no son diferentes significativamente siendo las mayores medias obtenidas, además M2 y M1 tampoco tiene diferencia significativa entre sí, pero si son superiores significativamente al ser comparados con el testigo siendo este inferior en 0.7%, 4.3% y 23.8% respectivamente. Valer (2013) ejecuto un estudio aplicando de AG y Citoquininas en tres variedades de paprika, al evaluar número de frutos por planta encontró diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, siendo T0 (testigo) el que obtuvo una menor media inferior en 9.6% respecto a H2 (citoquininas a 0.25 ppm) y en 13.2 respecto a la mejor media H3 (AG3 + citoquininas). Gamboa y Palomino (2018) llevaron a cabo un trabajo sobre la respuesta de trihormonales en diferentes dosis en papa Cachan INIA, al evaluar número de tubérculos por planta obtuvieron diferencia significativa, el testigo fue el que menor promedio obtuvo siendo inferior en 23.2% al ser comparado con la mejor media (Stimulate 3 l/ha). Gastelu y Poma (2007) realizaron un trabajo sobre la respuesta de distintas dosis de trihormonales en papa Cachan INIA, el tratamiento que obtuvo un mayor número de tubérculos fue Agrocimax V 3.0 l/ha y el que menor número de tubérculos obtuvo fue el tratamiento testigo inferior en 30%.

En el cuadro 35 “Prueba de TUKEY para la variable número promedio de tubérculos por planta” indica que para la interacción lamina * momento el tratamiento con mayor media fue 1 M3 con un número promedio de 7 tubérculos y la media más baja fue 1M0 con un número promedio de 4.97 tubérculos. Es necesario señalar que la variedad tiene como característica producir de 4 a 6 tubérculos por planta.

En la figura 10 Efecto de 3 láminas de riego y 4 momentos de aplicación de citoquininas en el número de tubérculos por planta, se observa que la lámina 1 y la lámina 3 presentan un mayor promedio de tubérculos por planta, además se observa que el momento 3 y el momento 2 presentan un mayor número de tubérculos en relación con el momento 1, destacando que el testigo, sin aplicación de citoquininas es el que menos tubérculos presenta por planta.

Peso promedio de tubérculos por planta:

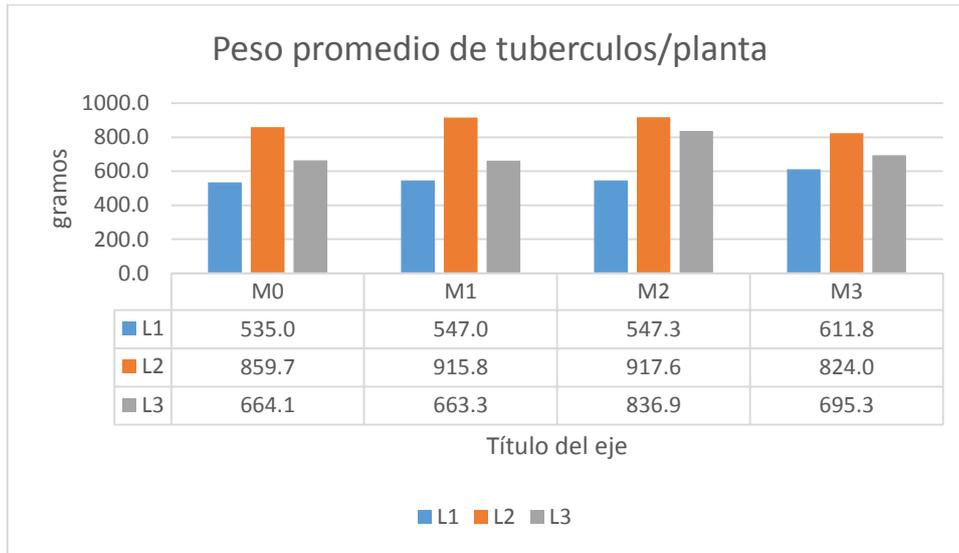


Figura 11 Efecto de 3 láminas de riego y 4 momentos de aplicación en el peso promedio de tubérculos por planta.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 36: Prueba de TUKEY para la variable peso promedio de tubérculos (g) por planta para el factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA (g)	TUKEY	%
L2: 250	16	879.26	A	100.0
L3: 350	16	714.89	B	81.30
L1: 150	16	560.26	C	63.71

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 37 Prueba de TUKEY para la variable peso promedio de tubérculos (g) por planta para el factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA (g)	TUKEY	%
Momento 2	12	795.21	A	132.1
Momento 1	12	748.32	A	124.3
Momento 3	12	727.35	A B	120.8
Testigo	12	601.68	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 38 Prueba de TUKEY para la variable peso promedio de tubérculos (g) por planta para la interacción lamina * momento ($\alpha=0.05$).

Lamina * Momento	N	MEDIA (g)	TUKEY
2 M2	4	1065.26	A
2 M3	4	971.14	A B
3 M1	4	885.38	A B C
2 M1	4	778.28	A B C
3 M2	4	773.01	B C D
2 M0	4	702.38	B C D
3 M0	4	623.77	C D
1 M3	4	623.49	C D
3 M3	4	587.43	C D
1 M2	4	587.37	C D
1 M1	4	581.31	C D
1 M0	4	448.9	D

En el cuadro 36 “Prueba de TUKEY para la variable peso promedio de tubérculos por planta” muestra que para el factor lamina la media de la lámina de 250 mm con un peso promedio de 879.26 g por planta es significativamente superior a la media de la lámina de 350 mm con un peso promedio de 714.89 g por planta que a su vez es significativamente superior a la media de la lámina de 150 mm con 150.26 g en promedio por planta. Posiblemente el mayor peso promedio obtenido por lamina de 250 mm se deba a que presenta un menor número de tubérculos por planta, el corto periodo de vida de la planta (75 días inicio de sentencia) que no permitió un mayor periodo de llenado de tubérculo sobre todo en la lámina de 350 mm que presento mayor número de tubérculos y la mayor presión de plagas esto debido al periodo en el que las plantas fueron sembradas. Cabrera (2016) llevo a cabo un trabajo en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, al evaluar peso promedio de mazorcas a un 14% de humedad encontró diferencia significativa entre las medias evaluadas, L3 obtuvo el menor promedio siendo inferior en 3.5% respecto a L2 y en 20.4% respecto a L1. Diaz (2015) llevo a cabo un trabajo para evaluar el efecto de las láminas de riego (L1: 4,121 m3, L2: 3,530 m3, L3: 2,941 m3) y el nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado, al evaluar el peso promedio de mazorca por planta encontró diferencia significativa, siendo L3 el tratamiento con menor promedio inferior en 17.5 respecto a L2 y 28.2 respecto a L1. Burin (2016) evaluó el rendimiento de 4 variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) Bajo tres láminas de riego por goteo: L1:ETc = 420 mm, L2:ETc= 336 mm y L3:ETc = 252 mm

al evaluar rendimiento de grano obtuvo que 420 mm alcanzo la mejor media con 1,539 kg/ha seguido de 336 mm con 1,473 kg/ha siendo estos dos tratamientos diferentes estadísticamente con 252mm que obtuvo un rendimiento promedio de 1,175 kg/ha inferior en 25.3% y 30.9% respectivamente. Kleinkopf et al. (1981) señala que la papa tiene una limitada tolerancia a la sequia debido a un ineficiente sistema radicular. Salter & Goode 1967; Jensen et al. 2000 y Egúsqüiza (2000), sostienen que tanto el periodo de estolonización e iniciación del tubérculo son dos períodos críticos más sensibles al déficit de agua con relación al periodo inicial y maduración. Taiz y Zeiguer (1998) señalan que ante periodos de estrés la planta disminuye su actividad metabólica y utiliza tejidos de reserva para poder sobrevivir en condiciones desfavorables en consecuencia hay una disminución del peso en órganos de reserva como tallos o raíces.

En el cuadro 37 “Prueba de TUKEY para la variable peso promedio de tubérculos por planta” muestra que para el factor momento los niveles M2, M1 y M3 no presentan diferencias significativas, además M3 y M0 (testigo) son medias similares estadísticamente, sin embargo, son diferentes significativamente con el primer grupo. Valer (2013) realizo un estudio aplicando de AG y Citoquininas en tres variedades de paprika, al evaluar peso de fruto promedio por planta al 12.5% de humedad encontró diferencia significativa, el testigo fue el que menor promedio obtuvo siendo inferior 4.4% respecto al tratamiento H2 (0.25 ppm citoquininas) y en 4.9% respecto al mejor promedio H3 (AG3 + citoquininas). Salisbury y Ross (1974) indican que las citocininas están asociadas desarrollo de yemas laterales en dicotiledóneas, expansión celular. Parra (2002) también menciona que las citoquininas son hormonas vegetales naturales que estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos.

Los órganos de las plantas crecen por división celular y alargamiento celular, las citoquininas estimulan la expansión celular y la división celular de tejidos no meristemáticos podría ser la razón por la que el testigo presenta un menor peso promedio en relación a los otros tratamientos.

En el cuadro 38 “Prueba de TUKEY para la variable peso promedio de tubérculos por planta” indica que para la interacción lamina * momento el tratamiento con mayor media fue 2 M2 con un peso promedio de 1065.26 g por planta y la media más baja fue 1M0 con un peso promedio de 448.9 g por planta.

4.4 Variables de Rendimiento

Cuadro 39 Variables de rendimiento kg/ha.

Factor de Estudio	Rendimiento hectárea	Rendimiento comercial
Lamina de riego (mm)		
L1 150	17,438.5	16,216.9
L2 250	26,321.5	21,411.1
L3 350	25,531.0	19,762.9
Momentos de aplicación de citoquininas.		
Momento 3	24,648.9	19,355.1
Momento 2	23,787.2	19,218.1
Momento 1	22,273.9	17,151.9
Testigo	22,211.8	16,796.3
Promedio General	16437.48	16277.7
<u>Análisis de Varianza</u>		
Fuentes de Variación	Significación (parcelas divididas con bloques)	
Lamina de riego (L)	*	*
Momento (M)	*	*
Interacción(L*V)	NS	NS

Significativo (*), no significativo (NS)

En el cuadro 39 se observa que para las variables rendimiento por hectárea y rendimiento comercial por hectárea los efectos de los factores lamina de riego y momento de aplicación de citoquininas hay diferencias significativas. Para la interacción lamina *momento no se observa diferencia significativa.

Variables de rendimiento.

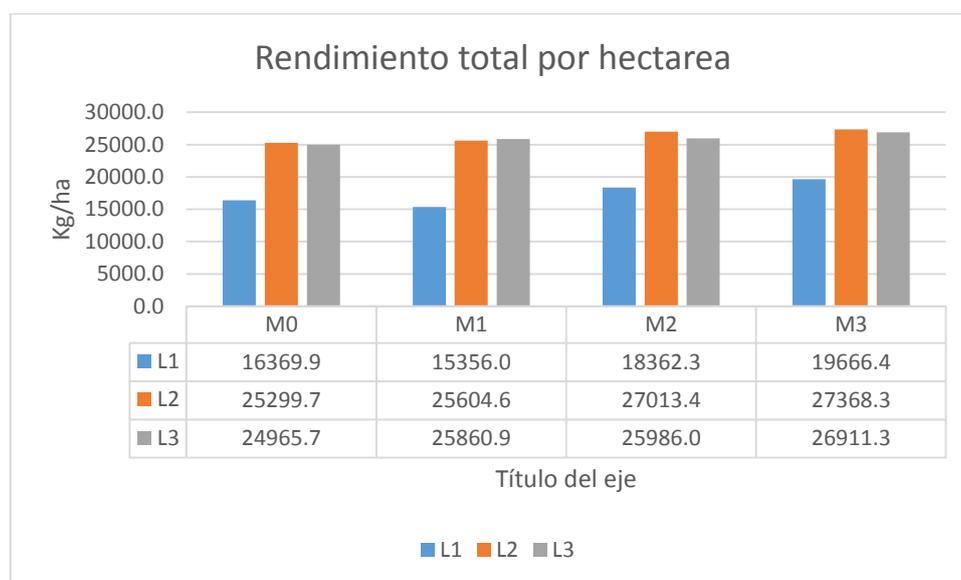


Figura 12 Efecto de tres láminas de riego y 4 momentos de aplicación de citoquininas en el rendimiento total por hectárea.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Rendimiento por hectárea:

Cuadro 40 Prueba de TUKEY para la variable rendimiento por ha (kg/ha) para el factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA	TUKEY	%
L2: 250	16	26,321.5	A	100.0
L3: 350	16	25,931.0	A	98.51
L1: 150	16	17,438.2	B	66.25

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 41: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento por ha (kg/ha) para el factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA	TUKEY	%
Momento 3	12	24,648.9	A	110.9
Momento 2	12	23,787.2	A B	107.1
Momento 1	12	22,273.9	B	100.2
Testigo	12	22,211.8	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

En el cuadro 40 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento por ha (kg/ha)” muestra que para el factor lamina la media de 250 mm con un rendimiento de 23999.7 kg/ ha es estadísticamente superior a la media de la lámina de 350 mm con un rendimiento promedio de 17187.5 kg/ ha que a su vez es significativamente superior a la media de la lámina de 150 mm con rendimiento 14754.8 kg/ha que es inferior en 32.5% y 33.75% respectivamente. Cabrera (2016) realizo un trabajo en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, al evaluar rendimiento total por hectárea encontró diferencia significativa entre las tres laminas evaluadas, siendo L3 quien obtuvo un menor promedio inferior en 13% respecto a L2 y en 26.6% respecto a L1. Cervantes (2018) realizo un trabajo para analizar 4 láminas de riego en el cultivo de tomate variedad Katya, al evaluar el efecto de las láminas de riego sobre el rendimiento total de tomate observo que la lámina de riego con 120% de la ETc mostró el mayor rendimiento (49.41 t/ha) a diferencia de los tratamientos con 80% de la ETc (27.23 t/ha), 60% de la ETc (19.28 t/ha) y 40% de la ETc (17.94 t/ha). Diaz (2015) llevo a cabo un trabajo para evaluar el efecto de las láminas de riego (L1: 4,121 m³, L2: 3,530 m³, L3: 2,941 m³) y el nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado, al evaluar el efecto de las láminas de riego en el rendimiento por hectárea encontró diferencia significativa entre las láminas evaluadas, siendo L3 la lámina que menor rendimiento obtuvo inferior en 14% respecto a L2 y en 28.7 respecto a L1. Kumar et al. (2003) señala que una mala distribución de agua durante el ciclo de vida de la papa afecta de forma negativa a las variables de rendimiento como el número y el tamaño del tubérculo por planta. Algunos investigadores señalan que el período crítico al déficit hídrico en la papa es durante la tuberización, requiriéndose de un adecuado suministro de agua desde su inicio hasta la madurez completa de los tubérculos para obtener altos rendimientos (Salter & Goode 1967; Jensen et al. 2000 y Egúsquiza, 2000), otros sostienen que tanto el periodo de estolonización e iniciación del tubérculo son dos períodos críticos más sensibles al déficit de agua con relación al periodo inicial y maduración (Martínez et al. 1992; Kumar et al. 2003 y Vásquez et al. 2017). Sin embargo, todos coinciden que el principal efecto del estrés hídrico en la papa es la reducción del rendimiento (Jensen et al. 2000). Kleinkopf et al. (1981) y Bailey (2000), sostienen que la limitada tolerancia de la papa a la sequía se debe a los efectos del ineficaz sistema radicular, pues se ha observado que ante periodos críticos de deficiencia hídrica la planta de papa sufre pérdidas que difícilmente puede recuperar en el transcurso del ciclo vegetativo.

En el cuadro 41 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento por ha (kg/ha)” muestra que los mayores promedios fueron de M3 y M2 alcanzando rendimientos de 24,648 kg/ha y 23,787 kg/ha no habiendo diferencia significativa entre ellos, sin embargo, M2 tampoco muestra diferencia significativa con M1 y M0 siendo el testigo (M0) el tratamiento que obtuvo una menor media con un rendimiento de 22,211 kg/ha inferior en 0.2%, 7.1% y 10.9% respectivamente. Gamboa y Palomino (2018) realizaron un trabajo sobre la respuesta de trihormonales en diferentes dosis en papa Cachan INIA, encontraron que hubo diferencia significativa entre los tratamientos, el tratamiento 6 (Agrocimax 3.0 l/ha) fue el que mayor media obtuvo alcanzando un rendimiento de 37,317 kg/ha, superando en 23.2% al testigo quien obtuvo un menor promedio alcanzando un rendimiento de 30,272 kg/ha. Diaz y Zoto (2014) ejecuto un trabajo en papa variedad UNICA probando el efecto de 3 trihormonales, al evaluar el rendimiento total por hectárea encontró diferencia significativa entre los tratamientos, el tratamiento 6 (Agrocimax 3.0 l/ha) alcanzo un rendimiento de 38,720 kg/ha siendo superior en 16.5% respecto al testigo que alcanzo un rendimiento total de 33,228 kg/ha. Cantaro (2019) llevo a cabo un estudio en reguladores de crecimiento auxinas, AG3 y citoquininas en el cultivo de arveja variedad Rondo, al evaluar rendimiento total por hectárea los mayores rendimientos en grano verde fueron obtenidos con la aplicación de triacontanol más auxinas, giberelinas y citoquininas (12150 kg ha⁻¹), seguido de la aplicación de triacontanol más auxinas y citoquininas (10534 kg ha⁻¹). las menores medias fueron el testigo con un rendimiento de 7,984 (kg/ha) inferior en 52.1% y 31.9% respectivamente, el menor rendimiento fue alcanzado por ((triacontanol + auxinas) con un rendimiento de 7433kg/ha.

En la figura 13 Efecto de tres láminas de riego y 4 momentos de aplicación de citoquininas en el rendimiento total por hectárea, se observa que en general la lámina de 350 mm y de 250 mm presentan un mayor rendimiento promedio en comparación con la lámina de 150 mm de la misma forma el momento 3 y el momento 2 de aplicación de citoquininas presentan rendimientos similares, siendo el testigo sin aplicación de citoquininas el que menor rendimiento promedio presenta.

Rendimiento comercial por hectárea.

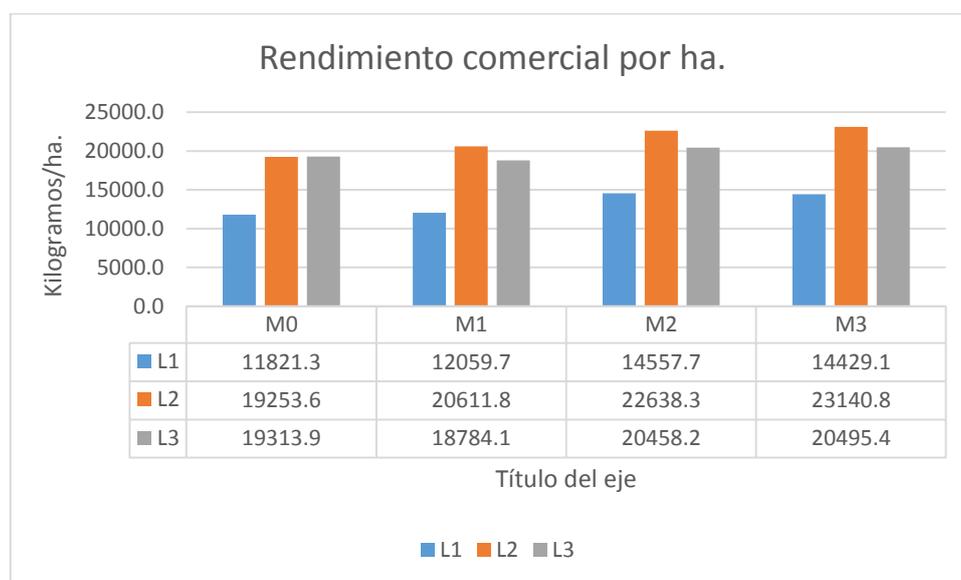


Figura 14 Efecto de las láminas de riego y los momentos de aplicación en el rendimiento comercial de la papa.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 42: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento comercial (kg/ha) para el factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA	TUKEY	%
L2: 250	16	21,411.1	A	100.0
L3: 350	16	19,762.9	B	92.3
L1: 150	16	13,216.9	C	61.7

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 43: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento comercial (kg/ha) para el factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA	TUKEY	%
Momento 3	12	19,355.1	A	115.2
Momento 2	12	19,218.1	A	114.4
Momento 1	12	17,151.9	B	102.1
Testigo	12	16,796.3	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

En el cuadro 42 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento comercial (kg/ha)” muestra que para el factor lamina todos los tratamientos presentan diferencia significativa, la lámina de 250 mm es el que obtuvo el mayor promedio 21,411 kg/ha superior en 7.7% respecto a la lámina de 350 mm con un rendimiento de 19,762 kg/ha y superior en 39.3% respecto a la lámina de 150 mm con rendimiento promedio de 13,216 kg/ha. Cabrera (2016) realizó un trabajo en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, al evaluar el rendimiento comercial observó diferencia significativa entre todas las láminas siendo L3 el que obtuvo un menor rendimiento 7013 kg/ha inferior en 15.2% respecto a L2 que alcanzó un rendimiento de 8080 kg/ha y el 30.9% respecto a L1 que alcanzó un rendimiento de 9182 kg/ha. Díaz (2015) ejecutó un trabajo para evaluar el efecto de las láminas de riego (L1: 4,121 m³, L2: 3,530 m³, L3: 2,941 m³) y el nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado, al evaluar rendimiento comercial encontró que L3 es la lámina que menor media obtuvo siendo inferior en 27.6 respecto a L2 y en 47.7 respecto a L1.

En el cuadro 43 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento comercial (kg/ha)” muestra que para el factor momento M3 y M2 obtuvieron las mayores medias alcanzando rendimientos de 19,355 kg/ha y 19,218 kg/ha respectivamente, M1 y M0 obtuvieron las menores medias alcanzando rendimientos de 17,151 kg/ha y 16,769 kg/ha siendo el testigo el que menor promedio obtuvo siendo inferior en 2.1%, 14.4% y 15.2% respectivamente. Gamboa y Palomino (2018) llevaron a cabo un trabajo sobre la respuesta de trihormonales en diferentes dosis en papa Cachan INIA, encontraron que el tratamiento con clave 6 (Agrocimax-V 3l/ha) alcanzó un mayor rendimiento 35,161 kg/ha, superando al testigo en 16.1% que alcanzó un rendimiento de 30,272 kg/ha. Díaz y Zoto (2014) efectuó un trabajo en papa variedad UNICA probando el efecto de 3 trihormonales, al evaluar el rendimiento comercial obtuvo que el tratamiento 6 (Agrocimax-V 3l/ha) obtuvo el mayor rendimiento 35,907 kg/ha, superando al testigo en 20.7% que alcanzó el rendimiento de 29,732 kg/ha la menor media de todos los tratamientos evaluados. Valer (2013) ejecutó un estudio aplicando de AG y Citoquininas en tres variedades de paprika, al evaluar rendimiento comercial obtuvo diferencia significativa entre todos los tratamientos siendo el testigo el que menor media alcanzó siendo inferior en 14.5% respecto a H2 (citoquininas 0.25 ppm) y en 18.8% respecto al mejor promedio H3 (AG3 +citoquininas).

4.5 Variables según calidad del tubérculo:

Cuadro 44 Variables de rendimiento según calidad.

Factor de Estudio	Rndto 1ra	Rndto 2da	Rndto 3ra
Lamina de riego (mm)			
L1 150	3,633.7	9,583.2	6,168.1
L2 250	11,133.7	10,277.4	4,221.2
L3 350	4,315.1	15,447.9	4,910.3
Momentos			
Momento 3	7,092.9	11,159.4	5,293.5
Momento 2	7,011.3	12,206.7	4,569.1
Momento 1	5,701.9	12,262.3	5,122.0
Testigo	5,636.9	11,449.9	5,415.5
Promedio General	7536.70	8529.0	6912.6
<u>Análisis de Varianza</u>			
Fuentes de Variación	Significación (parcelas divididas con bloques)		
Lamina de riego (L)	*	*	*
Momento (M)	*	*	NS
Interacción(L*V)	NS	NS	*

Significativo (*) no significativo (NS)

En el cuadro 44 se observa que para las variables rendimiento de primera y rendimiento de segunda los efectos de los factores lámina de riego y momento de aplicación de citoquininas presentan diferencias significativas, para la interacción no se observa diferencia estadística. Para la variable rendimiento de tercera el factor lámina de riego la interacción lamina* momento presenta diferencia significativa, para el factor momento de aplicación de citoquininas sin embargo no presenta diferencia estadística.

Variables de calidad.

Rendimiento de primera categoría.

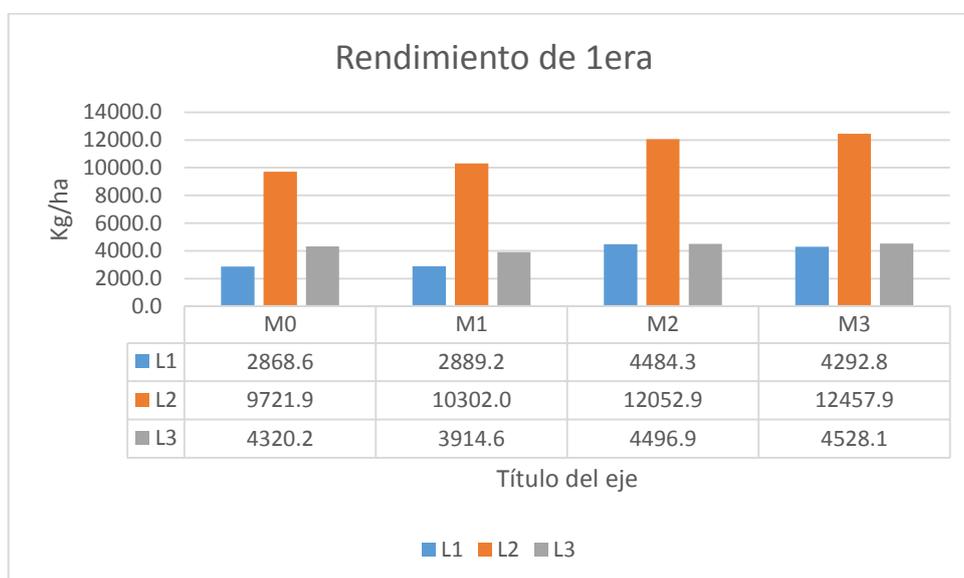


Figura 15 Efecto de las láminas de riego y momentos de aplicación de citoquininas en el rendimiento de primera.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 45: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 1era para el factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA	TUKEY	%
L2: 250	16	11,133.7	A	100
L3: 350	16	4,315.0	B	38.7
L1: 150	16	3,633.7	C	32.6

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 46: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 1era para el factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA	TUKEY	%
Momento 3	12	7,092.9	A	125.8
Momento 2	12	7,011.3	A	124.3
Momento 1	12	5,701.9	B	101.1
Testigo	12	5,636.9	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

En el cuadro 45 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento de primera categoría” muestra que para el factor lamina los tres niveles en estudio son diferentes estadísticamente siendo la lámina de 250 mm con un promedio 11,133 kg/ha la que mayor promedio obtuvo superior en 61.2% respecto a la lámina 350 mm con un rendimiento de 4,315 kg/ha. La lamina 150 mm fue la que presento menor promedio con un rendimiento de 3,633 kg/ha inferior en 67.4% respecto a la lámina de 250 mm. Cabrera (2016) efectuó un trabajo en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, al evaluar rendimiento de primera obtuvo diferencia significativa entre las láminas de riego, 420 mm alcanzo un rendimiento de 8,128 kg/ha seguido por la lámina de 340 mm con 6,899 kg/ha y finalmente la lámina de 260 mm con 5,931 kg/ha. Resultado que coincide en que las menores laminas obtuvieron los menores rendimientos. La lamina de 350mm por el contrario obtuvo un menor rendimiento que la lámina de 250 mm, esta respuesta podría deberse a que la lámina de 350mm tenía un mayor promedio de tubérculos por planta que no pudieron llenarse de forma adecuada por el corto periodo vegetativo (22 días a la floración) y el corto periodo de llenado de tubérculos (75 días al inicio de senescencia).

En el cuadro 46 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento de 1era” muestra que para el factor momento los niveles M3 y M2 son similares estadísticamente siendo M3 la mayor media con 7,092.94 kg/ha. M1 y M0 también son similares estadísticamente pero el testigo obtuvo la menor media con un rendimiento de 5,636 kg/ha sido inferior en 1.1%,24.3% y 25.8% respectivamente.

Salisbury y Ross (1974) Indican que las citocininas están asociadas al retardo de la senescencia, desarrollo de yemas laterales en dicotiledóneas, expansión celular, desarrollo de cloroplastos y síntesis de la clorofila. Klee y Estele (1991) indicaron que las citoquininas son responsables de los procesos de división celular y crecimiento en los distintos órganos de la planta. Podría ser la razón por la que el testigo presenta el menor promedio, pues dos de las principales características utilizadas para la clasificación fue el peso y tamaño de tubérculo.

Rendimiento de segunda categoría.

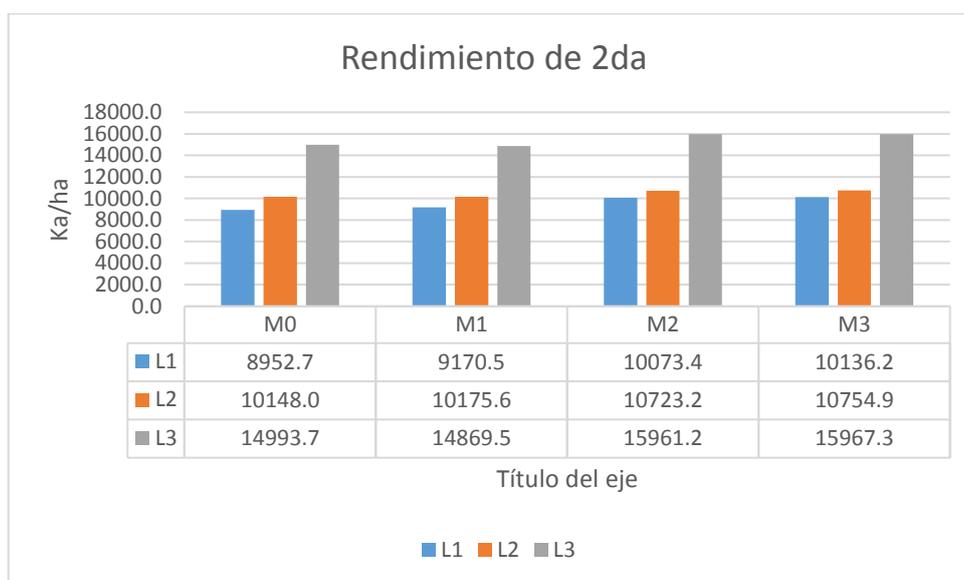


Figura 16 Efecto de las láminas de riego y momentos de aplicación de citoquininas en el rendimiento de segunda.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 47: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 2da para el factor lamina ($\alpha=0.05$)

Lamina (mm)	N	MEDIA	TUKEY	%
L3: 350	16	15,447.9	A	150.0
L2: 250	16	10,277.4	B	100.0
L1: 150	16	9,583.2	C	93.2

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 48: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 2da para el factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA	TUKEY	%
Momento 3	12	12,262.2	A	109.4
Momento 2	12	12,206.7	A	109.3
Momento 1	12	11,449.9	B	102.6
Testigo	12	11,159.4	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

En el cuadro 47 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento de 2da” muestra que para el factor lamina de riego no existe similitud estadística entre las láminas en estudio, la lámina de 350 mm obtuvo la mayor media con un rendimiento de 15,447.9 kg/ha seguido de la lámina de 250 mm que obtuvo un rendimiento de 10,277 kg/ha y la última media obtenida por la lámina de 150 mm fue de 9,583 kg /ha que fue inferior en 6.8% respecto a la lámina de 250 mm y en 56.8% respecto a la lámina de 350 mm. El mayor rendimiento de la lámina de 350mm podría deberse a que esta presento un mayor número de tubérculos por planta, y la plata tuvo un corto periodo vegetativo que no permitió adecuado periodo de llenado en consecuencia la mayor parte de tubérculos por planta alcanzo un tamaño y peso de segunda categoría. Cabrera (2016) llevo a cabo un trabajo en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260 mm, al evaluar rendimiento de segunda encontró que no hubo diferencia estadística entre las láminas en estudio, pero si numérica, la lámina de 340 mm= 1,181 kg/ha, 260 mm= 1,081 kg/ha y 420 mm=1,054 kg/ha.

En el cuadro 48 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento de 2da” muestra que para el factor momento de aplicación de citoquininas M3 obtuvo la mayor media con un rendimiento de 12,262 kg/ha seguido de M2 con un rendimiento de 12,206 kg/ha siendo estas dos medias similares estadísticamente. M1 obtuvo el mejor 3er rendimiento con 11,449 kg/ha seguido del Testigo con 11,159, no existiendo diferencia estadística entre estas dos medias, además el testigo es inferior en 2.6%, 9.3% y 9.4% respectivamente.

Salisbury y Ross. (1974) señalan que las citocininas están asociadas al retardo de la senescencia, desarrollo de yemas laterales en dicotiledóneas, expansión celular, desarrollo de cloroplastos y síntesis de la clorofila. Klee y Estele (1991) señalaron que las citoquininas son responsables de los procesos de división celular y crecimiento en los distintos órganos de la planta. Podría ser la razón por la que el testigo presenta el menor promedio, pues las citoquininas promueven el crecimiento a través de la división celular y el alargamiento celular.

Rendimiento de tercera categoría:

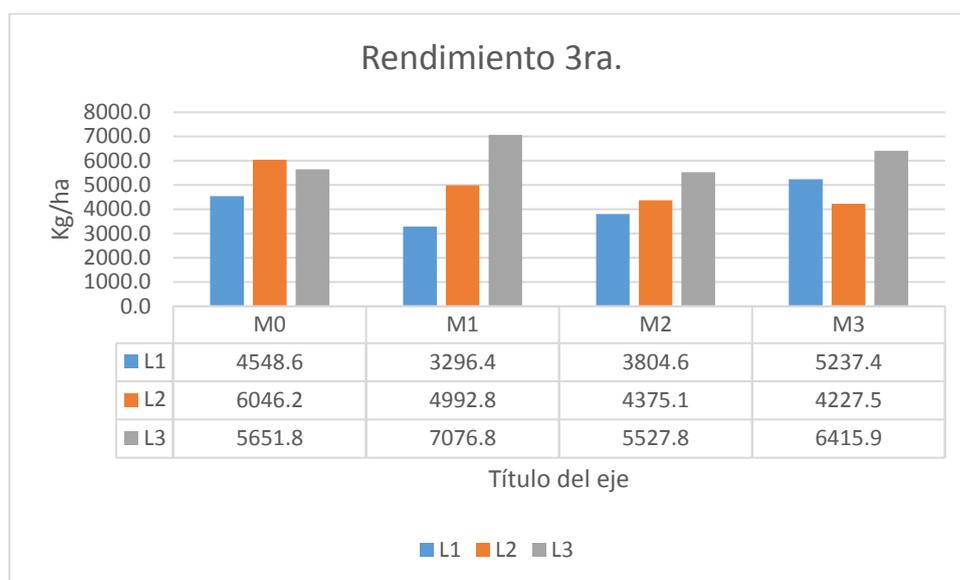


Figura 17 Efecto de las láminas de riego y momentos de aplicación de citoquininas en el rendimiento de tercera.

Prueba de TUKEY (alfa=0.05)

Cuadro 49: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 3era para el factor lamina ($\alpha=0.05$).

Lamina (mm)	N	MEDIA	TUKEY	%
L1: 150	16	6,168.1	A	146.1
L3: 350	16	4,910.3	B	116.3
L2: 250	16	4,221.7	B	100.0

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 50: Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (Kg/ha) de 3era para el factor momento ($\alpha=0.05$).

Momento	N	MEDIA	TUKEY	%
Testigo	12	5,415.5	A	100.0
Momento 3	12	5,293.5	A	97.7
Momento 1	12	5,122.0	A	94.5
Momento 2	12	4,569.1	A	84.3

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

Cuadro 51 Prueba de TUKEY para la variable rendimiento (kg/ha) de 3era para la interacción lamina de riego * momento de aplicación de citoquininas.

Lamina * Momento	N	MEDIA	TUKEY
1 M3	4	6,076.82	A
3 M3	4	6,415.91	A B
2 M0	4	6,046.16	A B C
3 M0	4	5,651.82	A B C
3 M2	4	5,527.84	A B C
1 M3	4	5,237.36	A B C
2 M1	4	4,992.85	A B C
1 M0	4	4,458.59	A B C
2 M2	4	4,375.09	A B C
2 M3	4	4,227.46	B C
1 M2	4	3,804.58	B C
1 M1	4	3,296.35	C

Las medias que comparten letra no son significativamente distintas de acuerdo con el test de TUKEY.

En el cuadro 49 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento de 3era (kg/ha)” muestra que la lámina: 150 mm obtuvo un rendimiento de 6,168 kg/ha siendo diferente estadísticamente de las láminas de 350 mm con un rendimiento de 4,910 kg/ha la de 250 mm con 4,221 kg/ha además se observa que es superior en 30.1% y 46.1% respectivamente. Cabrera (2016) llevo a cabo un trabajo en 4 variedades de maíz morado sometidos a 3 regímenes de riego distintos L1= 420 mm, L2= 340 mm y L3= 260mm, al evaluar rendimiento de descarte no encontró diferencia significativa, pero si numérica siendo la lámina 260mm el que obtuvo un mayor promedio, Diaz (2015) efectuó un trabajo para evaluar el efecto de las láminas de riego (L1: 4,121 m³, L2: 3,530 m³, L3: 2,941 m³) y el nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado, al evaluar rendimiento de 3era categoría no encontró diferencia estadística entre las láminas de riego pero si numérica siendo L3 el que obtuvo mayor rendimiento con 1,310 kg/ha.

En el cuadro 50 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento de 3era (kg/ha)” los momentos son similares estadísticamente, siendo el testigo el que mayor media obtuvo con una media de 5,415 kg/ha, el M3 fue el que obtuvo el segundo lugar con una media de 5,293 kg/ha, el M1 el tercer lugar con una media de 5,122 kg/ha y finalmente el M2 con una media de 4,569 kg/ha además fue superior en 3.3%, 6.5% y 15.7% respectivamente. Gamboa y Palomino (2018) Realizaron un trabajo sobre la respuesta de trihormonales en diferentes dosis en papa Cachan INIA, encontraron que el testigo obtuvo el mayor rendimiento con

3,260 kg/ha y el menor rendimiento lo obtuvo el tratamiento con Agrocimax-V con 2,156 kg/ha. Díaz y Zoto (2014) llevo a cabo un trabajo en papa variedad UNICA probando el efecto de 3 trihormonales, al evaluar rendimiento de tercera que el tratamiento testigo obtuvo el mayor rendimiento con 3,469 kg/ha y Satisfy 2.5 l/ha obtuvo el menor rendimiento con 2,709 kg/ha.

En el cuadro 51 “Prueba de TUKEY para la variable rendimiento de 3era (kg/ha)” la interacción muestra que la mayor media fue obtenida por la interacción del testigo (M0) y la lámina de 350 mm que obtuvo un rendimiento de 6,076 kg/ha. El menor rendimiento fue registrado por la lámina de 150 mm interactuando con el M1 obteniendo una media de 3,269 kg/ha siendo inferior en 85.8% respecto a la interacción M0-350 mm.

4.6 Análisis Económico:

Para las láminas, 150 mm presento los menores rendimientos comerciales, a un precio de venta por kilo de S/. 0.98 el promedio de rentabilidad es -26,6% por tanto, no sería rentable económicamente producir papa variedad UNICA bajo estas condiciones. Sin embargo, se observa que la rentabilidad más baja se presentó en el testigo con -33,5%.

La lamina de 250 mm presento rendimientos comerciales similares a la lámina de 350 mm, el índice de rentabilidad (IR) es de 21,1% por lo tanto es posible producir papa variedad UNICA bajo esas condiciones, sin embargo, el testigo (sin aplicación) obtuvo el menor índice de rentabilidad con 8,4% y la aplicación de citoquininas en dos momentos 25-50 dde y 25-50-75 dde alcanzaron rentabilidades de 27,4% y 30,3%, índices muy cercanos que deben valorarse para tomar la decisión de aplicar en 3 momentos del estado fenológico es cubierta por el 1.8% de rentabilidad que excede M3.

La lamina de 350 mm presento rendimientos comerciales similares a la lámina de 250 mm, el promedio de rentabilidad es de 11,3% por lo tanto es posible producir papa variedad UNICA. La disminución de la rentabilidad se debe a que no hubo respuesta positiva a una mayor lamina de riego aplicada, sin embargo, el testigo (sin aplicación) obtuvo el menor índice de rentabilidad con 9.2%, la aplicación de citoquininas en 3 momentos del ciclo alcanzo el mayor índice de rentabilidad con 15.4%.

Cuadro 52 Análisis económico de los tratamientos.

LAMINA	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO COMERCIAL (kg/ha)	COSTO DE PRODUCCION (S./)	PRECIO DE VENTA (S/)	VALOR NETO DE LA PRODUCCION (S./)	UTILIDAD NETA (S/)	INDICE DE RENTABILIDAD (%)	PROMEDIO DE RENTABILIDAD (%)
L1	M0	11.821	17407,45	0,98	11584,58	-5822,87	-33,5%	-26,9%
	M1	12.059	17606,95	0,98	11817,82	-5789,13	-32,9%	
	M2	14.557	17806,45	0,98	14265,86	-3540,59	-19,9%	
	M3	14.429	18005,95	0,98	14140,42	-3865,53	-21,5%	
L2	M0	19.253	17407,45	0,98	18867,94	1460,49	8,4%	20,5%
	M1	20.611	17407,45	0,98	20198,78	2791,33	16,0%	
	M2	22.638	17407,45	0,98	22185,24	4777,79	27,4%	
	M3	23.140	17407,45	0,98	22677,20	5269,75	30,3%	
L3	M0	19.313	17407,45	0,98	18926,74	1519,29	8,7%	11,3%
	M1	18.784	17407,45	0,98	18408,32	1000,87	5,7%	
	M2	20.458	17407,45	0,98	20048,84	2641,39	15,2%	
	M3	20.495	17407,45	0,98	20085,10	2677,65	15,4%	

V. CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones del ensayo los resultados demuestran que láminas de riego y momentos de aplicación de citoquininas ejercen una probable influencia positiva sobre el rendimiento y las variables de crecimiento. El diferenciado régimen de riego es factor determinante para obtener mayores rendimientos. El régimen de 250 mm presentó la mayor media, porcentualmente superior en 33.7% respecto a la lámina de 150 mm y similar estadísticamente al régimen de 350 mm.
2. Los momentos de aplicación de citoquininas mostraron efecto positivo en el rendimiento de la papa. En los tres regímenes de riego en estudio, el testigo sin citoquininas, obtuvo menores rendimientos. Los mayores rendimientos se obtuvieron al aplicar citoquininas en tres momentos del ciclo del cultivo. La aplicación en dos momentos mostró rendimientos similares.
3. Las condiciones ambientales probablemente afectaron una mayor respuesta del cultivo al diferenciado régimen de riego y a la aplicación de citoquininas. La salinidad moderada del suelo y del agua de riego, las temperaturas relativamente altas durante el ciclo vegetativo y el estrés por mosca minadora y por nematodos, jugaron papel importante en acortar el ciclo de vida del cultivo (22 dde a la floración, 75 dde inicio de senescencia) y por tanto, al rendimiento y el crecimiento.

VI. RECOMENDACIONES

1. Repetir el trabajo en parcelas de mayor extensión y bajo condiciones ambientales distintas con el fin de obtener más información que pueda ser comparada y ayude a consolidar los resultados obtenidos con el fin de que se pueda establecer si su extensión a la producción de papa en el Perú es viable.
2. Realizar la investigación en bajo distintos sistemas de conducción y riego para poder comparar costos de producción y rendimientos, de esta manera realizar el análisis económico para poder determinar bajo que sistemas de conducción y riego los resultados serían más rentables.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Araya, A. 2014 Efecto de la aplicación de benciladenina sobre la producción de tomate cultivar fiorentino cultivado en condiciones controladas. Tesis de pregrado. Universidad de Chile. Chile.

Bailey, R. 2000. Practical use of soil water measurement in potato production. In: Haverkort A.J. & MacKerron D.K.L 2000. Management of Nitrogen and Water in Potato Production. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Pers. p. 206–218

Baltazar, B. 2018. Rendimiento y calidad en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) empleando cuatro láminas de riego. Tesis de pregrado. UNALM. Lima -Peru.

Bernardo, CC. 2014. Efecto de Diferentes Concentraciones de Citoquininas en Tres Momentos de Aplicacion y su Influencia en el Cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) Bajo Condiciones de Irrigacion Majes Arequipa (tesis pregrado). Moquegua, Peru : Universidad Jose Carlos Mariategui.

Beukema, H y Van Der Zaag, D. 1979. Potato Improvement. Some factors and facts. International Agricultural Center. IAC. Wageningen. The Netherlands. 224 p.

Burin, Y. 2016 Rendimiento de 4 variedades de quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd.*) Bajo tres láminas de riego en sistema de riego por goteo. Tesis de pregrado. UNALM en Lima-Perú.

Bustan, A; Sagi, M; De Malach, Y; Pasternak, D. 2004. Effects of saline irrigation wáter and heat waves on potato production in an arid environment, Field Crops Res.90. p. 275–285.

Diaz, D y Zoto, I. 2014. Respuesta a la aplicación de foliar de tres bioestimulantes trihormonales en diferentes dosis en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica

Cantaro, H. 2019. Reguladores de crecimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) cv. Rondo en la molina. Tesis para obtener el grado de Sc. Magister en Horticultura. UNALM. Lima-Peru.

Castañeda, C. 2016 Tres láminas de riego en el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) bajo riego por goteo. Tesis de pregrado. UNALM en Lima -Perú.

Cervantes L. 2018. Análisis de cuatro láminas de riego en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.* cv. Katya) bajo condiciones de Cañete. Tesis de pregrado. UNALM. Lima-Perú.

CIP (Centro Internacional de la Papa). 2019. Investigación papa. Consultado el 20/03/ 2019. Disponible en <https://cipotato.org/es/potato/>.

CIP (Centro Internacional de la Papa). 1997. Informe Técnico Anual 1.996-1.997 del Proyecto PROMESPA “Proyecto para el Mejoramiento y Semilla de Papa”. Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú. 65 p.

CIP (Centro Internacional de la Papa). 1998. Informe Técnico Anual 1.997-1.998 del Proyecto PROMESPA “Proyecto para el Mejoramiento y Semilla de Papa”. Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú. 54 p.

Coronado, M. 2014. Evaluación de cuatro láminas de riego por goteo sobre el rendimiento en el cultivo de plátano; moyuta, Jutiapa. Tesis de pregrado. Universidad Rafael Landivar. Jutiapa-Guatemala.

Cruz, G; Elias, D; De los Santos, A y Lima, P. 1999. Aplicaciones de CPPU (Citocinina) incrementan el crecimiento del café en vivero. Mexico, D.F: Revista Chapingo Serie Horticultura. Consultado 19 de julio del 2018, Disponible en: <https://Users/HP/Downloads/rchshV760.pdf>

Denmbad, O y Shaw, R .1962. Efecto de la humedad en el estrés de las plantas- Australia Vol 15.

Díaz, V. 2015. Efecto de las láminas de riego y el nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado (*Zea mays L.*) cv. PMV-581. Tesis de pregrado. UNALM en Lima-Perú.

Doorenbos, J y Kassan, A. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Riego y Drenaje N°33. Roma 194pp.

Egúsquiza, B. 2000. La Papa. Producción, Transformación y Comercialización. Primera edición. Lima, Perú. 192 p.

Eiasu, B; Soundy, P y Hammes, P. 2007. Response of potato (*Solanum tuberosum*) tuber yield components to gelpolymer soil amendments and irrigation regimes, N. Z. J. Crop Hort. p. 25–31.

Franco, J. 2018. Regímenes de riego en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) bajo riego por goteo. Tesis de pregrado. UNALM. Lima- Perú.

Gamboa, L y Palomino, J. 2018. Respuesta a la aplicación de foliar de tres bioestimulantes trihormonales en diferentes dosis en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) cultivar Canchan INIAA, en la zona media del valle de Ica.

Gastelu y Poma. 2007. Respuesta a la aplicación de foliar de tres bioestimulantes trihormonales en diferentes dosis en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) cultivar Canchan INIAA, en la zona media del valle de Ica.

Gestión (Diario de Economía y Finanzas). 2013. El sector agrario representa el 6% del PBI, pero emplea a más del 25% de la PEA. Consultado 18/07/2018. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/sector-agrario-representa-6-pbi-emplea-25-pea-34207>.

Gonzales, F. 2012 Evaluación de dos bioestimulantes en el crecimiento y producción en papa. Tesis de pregrado. Universidad de Talca. Chile.

Gutiérrez, R. Espinoza, T. Bonierbale, M 2007. UNICA: variedad Peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. Revista Latinoamericana de la Papa. (2007). 14(1): 41-50. Lima -Perú.

Hack, H; Gal, T; Kleme, R; Klose, U; Meier, R; Stauss y Witzemberger, A. 1993. The BBCH-scale for phenological growth stages of potato. 12th Annual Congress of the European Association for potato Research Paris, 153-154.

Hanson, A.D. y Hitz, W. 1982. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. Ann. Rev. Plant Physiol. 33, 163-203.

Hargreavez, G y Merkley, G. 2000. Fundamentos del riego. Water resources publications, llc. Centro internacional de riego. Utha EUA.

Hawkes, J. 1990. La papa: evolución, biodiversidad y recursos genéticos. Belhaven Press. London UK. P. 259.

Huaman, Z. 1986. Conservación del recurso genético de la papa en Centro Internacional de la Papa. CIP. 14 (2)

Hurtado, L. 2002. Fundamentos del riego: documento electrónico. Consultado 22/08/18. Disponible en http://agricola-unl.com/pdf/Fundamentos_Riego.pdf.

INIA. (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2013. La importancia del agua en el cultivo de papa. Consultado 22/10/18. Disponible en <http://innovagro.wordpress.com>.

Izumi, Y; Okasawa, A; Bamba, T; Kobayashi, A y Fukusaki, E. 2009. Development of a method for comprehensive and quantitative analysis of plant hormones by highly sensitive nanoflow liquid chromatography- electrospray ionization – ion trap mass spectrometry, Analytica Acta 648, 215-225.

Jensen, C; Jacobsen, S; Andersen, M; Nunez, N; Andersen, S; Rasmussen, L y Mogensen, V. 2000. Leaf gas exchange and water relation characteristics of field quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) during soil drying. Eur J Agron.

- Joshi, R & Kumar, P. 2012. Lysigenous aerenchyma formation involves non-apoptotic programmed cell death in rice sativa (*Oryza sativa L.*) roots. *Physiol Mol Biol Plants*, 18(1), 1-9.
- Kamiya, Y. 2010. Plant Hormones: Versatile Regulators of Plant Growth and Development. *Annual Review of Plant Biology* 61, Special Online Compilation.
- Klee, H y Estelle, M. 1991. Mechanisms of peroxidase oxidation of o-dianisidine, 3-3'', 5,5'' – tetramethylbenzidine and phenylenediamine in the presence of sodium dodecyl sulfate. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry* 42: 529-551.
- Kleinkopf, W & Dwelle, R. 1981. Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. *Agron. J.* 73:799 – 802 pp.
- Kramer, PJ y Boyer J. 1995. *Relacion suelo agua planta*, Academic Press, San Diego, 495pp.
- Kramer, P. 1974. Fifty years of progress in water relation research. *Plant Physiology* 54: 463 – 71.
- Kumar, D; Minhas, S y Jagadish, R. 2003. *Abiotic Stress and Potato Production*. Mehta Publishers. New Delhi.
- Leyton, E. 2018. Efecto de las citoquininas en la calidad de la baya de *Vitis vinífera L.* variedad Red Globe en Ñepeña, Ancash. Universidad Nacional de Trujillo. Tesis de pregrado. Trujillo-Peru.
- Llanos, R. 2018. Calidad y cantidad de agua de riego en el desarrollo y rendimiento de la fresa (*Fragaria x annanasa*) cv. San Andreas. Tesis de pregrado. UNALM. Lima – Perú.
- Mahajan, S y Tuteja N. 2005. Salinity and Drought stress: an overview. *Arch Biochem Biophys* 2005; 444: 139-158.

Mahaveer, S. Pency, D. Deva, M. Om, P. 2017. Efecto de los reguladores de crecimiento en el crecimiento de plantas en cultivos frutales. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. Ed 6 (2);pp 331-337.

Mendoza, G; Espinoza, J; Mendoza, H. y Bonierbale, M. 2003. "Reiche" (CIP 388611.22) Variedad de papa precoz, resistente a virus, tolerante al calor y de buena calidad industrial. Ponencia: II Congreso Científico de Invierno, organizado por Concytec. Universidad de Lima. 30 Jul - 2 Agosto 2.003. Lima, Perú. 6 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2017. Boletín Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. May. 2017.

Murillo, R. 2018. Riego parcial a niveles de humedad del suelo, en papa (*Solanum spp.*) Variedad Victoria en Riobamaba Ecuador. Tesis para obtener el grado de magister. UNALM en Lima-Peru.

Ortiz, L. & Flórez, V. 2008. Comparación cuantitativa de ácido abscísico y citoquininas en la tuberización de *Solanum tuberosum l.* y *Solanum phureja Juz. et Buk.* *Agronomía Colombiana*, 32-39.

Parra, R. 2002. Hormonas Vegetales. *Biología en Internet*. Apuntes de Biología. Consultado el 16 de enero de 2019. En: <http://www.biologia-en-internet.com/biologia/apuntes-de-biologia/lashormonas-vegetales/>

Patricia, M. 2009. Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico: Una revisión. *Agronomía colombiana* 27(2):179-191

Sairam, R; Kumutha, D; Ezhilmathi, K; Deshmukh, P. & Srivastava, G. 2008. Physiology and biochemistry of waterlogging tolerance in plants. *Biologia Plantarum*, 52(3), 401-412.

Sakakibara, H; Takei, K; & Hirose, N. 2006. Interactions between nitrogen and cytokinin in the regulation of metabolism and development. *Trends in Plant Science*, 11, 440-448.

Salisbury, F y Ross, C. 1974. *Fisiología Vegetal*. Universidad Autónoma de California. Grupo Editorial Iberoamericano.

Salter, P; Goode, J. 1967. Crop responses to water at different stages of growth. Farnham Royal, The United Kingdom, Commonwealth Agricultural Bureau.

Schäfer, M; Canales, I; Navarro, A; Quezada, A; Brütting, C; Radomira, V y Meldau, T. 2015. Cytokinin levels and signaling respond to wounding and the perception of herbivore elicitors in *Nicotiana attenuata*. *Journal of Integrative Plant Biology*, 57(2) 198-212. Consultado el 10 de enero del 2019. Disponible en: doi:10.1111/jipb.12227

Spooner, DM. y Salas, A. 2006. Structure, biosystematics, and genetic resources. Gopal, J. y S.M. Paul Khurana. P. 1-39.

Srivastava, L. 2002. Plant Growth and Development. Hormones and Environment. Academic Press Elsevier science. London, 772pp.

Stanhill, G. 1957. The effect of differences in soil moisture status on plant growth. *Soil Sci.* 84, 3:205-214

Taiz, L y Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology*. 2da ed. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 764pp.

UNICA. 1998. Nuevas variedades de papa con tolerancia al calor y calidad industrial: UNICA, Reiche. Tríptico informativo. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica e Instituto Superior Tecnológico de Nasca. Ica, Perú. 6 p.

USDA (United State Department of Agriculture). 1979. Science and Education Administration. Food, Home and Garden Bulletin N°228, 64pp.

Valer, W. 2013. Efecto de la aplicación de ácido giberélico y citoquininas en el crecimiento y rendimiento de tres cultivares de pimiento paprika (*Capsicum annum L.*). Tesis de pregrado. UNALM. Lima- Perú.

Vásquez, A; Vásquez, I; Vásquez, C y Cañamero, M. 2017. Fundamentos de la ingeniería de riegos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú.

Walker, N. 1975. *Soil Microbiology*, Butterworths, London.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1 Altura de planta

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	83.1	89.0	83.1	78.7	83.475	100%
M1	83.1	82.0	81.2	92.0	84.575	101%
M2	83.1	81.2	88.0	76.0	82.075	98%
M3	78.7	81.0	79.0	78.0	79.175	95%
					82.325	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	79.0	84.0	83.0	79.2	81.3	100%
M1	77.0	97.0	80.0	90.0	86	106%
M2	87.0	105.0	92.0	99.0	95.75	118%
M3	79.2	90.0	96.0	87.0	88.05	108%
					87.775	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	88.0	81.0	88.0	93.1	87.525	100%
M1	89.0	83.0	103.0	94.0	92.25	105%
M2	83.0	90.0	96.0	91.5	90.125	103%
M3	93.0	88.0	91.5	93.0	91.375	104%
					90.31875	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	227.0	75.68	2.95	0.051
Laminas	2	421.2	210.60	8.21	0.002
Laminas*Blokes	6	519.2	86.53	3.37	0.013
Momento	3	304.1	101.36	3.95	0.019
Momento*Laminas	6	267.6	44.60	1.74	0.150
Error	27	692.7	25.65		
Total	47	2431.8			
C.V (%)				5.83	

ANEXO 2 Índice de área foliar.

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	969	1002	1002	977	987.6	100%
M1	1004	1001	1254	1153	1103.1	112%
M2	1302	1542	1102	1310	1314.0	133%
M3	1204	1230	1160	1401	1248.7	126%
					1163.3	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	1042	1015	1245	1416	1179.6	100%
M1	1124	1203	1481	1503	1327.9	113%
M2	1578	1402	1637	1988	1651.5	140%
M3	1746	1405	1548	1587	1571.6	133%
					1432.6	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	1306	1229	1046	1425	1251.5	100%
M1	1537	1748	1463	1789	1634.2	131%
M2	1761	1578	1752	1866	1739.3	139%
M3	1966	1743	1819	2002	1882.7	150%
					1626.9	

Análisis de Varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	269233	89744	5.83	0.003
Laminas	2	1734325	867162	56.29	0.000
Laminas*Blokes	6	188771	31462	2.04	0.094
Momento	3	1512338	504113	32.73	0.000
Momento*Laminas	6	190560	31760	2.06	0.092
Error	27	415919	15404		
Total	47	4311146			
C.V (%)				8.81	

ANEXO 3 Materia seca total (planta/ gr)

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	88.00	82.40	80.00	86.78	84.30	100%
M1	84.10	88.60	84.50	85.40	85.65	102%
M2	97.00	96.30	85.00	90.60	92.23	109%
M3	97.30	93.20	87.85	85.30	90.91	108%
					88.271	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	86.10	87.70	88.60	88.20	87.65	100%
M1	88.86	89.10	87.90	87.30	88.29	101%
M2	92.00	91.60	88.30	98.70	92.65	106%
M3	91.20	94.50	93.90	101.10	95.18	109%
					90.941	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	89.60	92.50	88.40	90.90	90.35	100%
M1	90.58	91.90	95.40	94.00	92.97	103%
M2	91.60	94.60	92.23	99.70	94.53	105%
M3	93.20	99.20	95.60	94.50	95.63	106%
					93.37	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	65.69	21.897	2.59	0.074
Laminas	2	208.13	104.067	12.29	0.000
Laminas*Blokes	6	140.64	23.440	2.77	0.031
Momento	3	357.26	119.088	14.06	0.000
Momento*Laminas	6	41.59	6.931	0.82	0.565
Error	27	228.67	8.469		
Total	47	1041.98			
C.V (%)				3.20	

ANEXO 4 Materia seca foliolos.

L1	I	II	III	IV	PROMEDIO S	% DE INCREMENTO
M0	24.800	21.700	22.800	23.880	23.295	100%
M1	23.200	22.200	26.700	24.700	24.200	104%
M2	28.900	29.600	27.600	26.400	28.125	121%
M3	31.100	28.700	28.850	25.400	28.513	122%
					26.033	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIO S	% DE INCREMENTO
M0	25.500	29.800	26.700	26.800	27.200	100%
M1	26.880	28.100	26.700	26.700	27.095	100%
M2	29.400	31.800	28.200	31.900	30.325	111%
M3	27.700	31.400	33.100	33.100	31.325	115%
					28.986	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIO S	% DE INCREMENTO
M0	25.700	24.200	24.300	29.700	25.975	100%
M1	29.700	27.800	31.500	31.700	30.175	116%
M2	31.700	27.100	27.200	30.500	29.125	112%
M3	29.800	30.100	29.200	32.300	30.350	117%
					28.906	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	6.214	2.071	0.78	0.516
Laminas	2	90.572	45.286	17.02	0.000
Laminas*Blokes	6	53.959	8.993	3.38	0.013
Momento	3	152.194	50.731	19.06	0.000
Momento*Laminas	6	38.785	6.464	2.43	0.052
Error	27	71.858	2.661		
Total	47	413.582			
C.V (%)				5.82	

ANEXO 5 Materia seca de tallos (g)

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	32.800	31.700	29.500	35.700	32.425	100%
M1	31.600	35.200	31.800	33.300	32.975	102%
M2	38.500	39.500	31.800	39.700	37.375	115%
M3	36.400	34.800	32.300	35.800	34.825	107%
					34.400	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	30.700	32.100	32.100	34.900	32.450	100%
M1	35.480	32.100	32.900	34.100	33.645	104%
M2	35.500	34.200	34.300	39.700	35.925	111%
M3	33.300	36.400	36.700	39.900	36.575	113%
					34.649	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	38.100	36.400	36.700	31.100	35.575	100%
M1	33.780	39.300	34.100	33.400	35.145	99%
M2	34.100	36.100	35.730	35.100	35.258	99%
M3	36.100	39.100	37.100	33.800	36.525	103%
					35.626	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	26.70	8.901	2.96	0.050
Laminas	2	13.43	6.716	2.23	0.127
Laminas*Blokes	6	98.65	16.442	5.47	0.001
Momento	3	69.27	23.091	7.68	0.001
Momento*Laminas	6	40.01	6.669	2.22	0.072
Error	27	81.17	3.006		
Total	47	329.25			
C.V (%)				4.96	

ANEXO 6 Materia seca tubérculos

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	30.40	29.00	27.70	27.20	28.58	100%
M1	29.30	31.20	26.00	27.40	28.48	100%
M2	29.60	27.20	25.60	24.50	26.73	94%
M3	29.80	29.70	26.70	24.10	27.58	97%
					27.84	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	26.50	25.80	27.20	26.50	26.50	100%
M1	26.50	27.10	27.40	26.50	26.88	101%
M2	27.10	25.60	0.10	27.10	19.98	75%
M3	28.10	26.70	24.10	28.10	26.75	101%
					25.03	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	25.800	31.900	27.400	30.100	28.800	100%
M1	27.100	24.800	29.800	28.900	27.650	96%
M2	25.800	31.400	29.300	34.100	30.150	105%
M3	27.300	30.000	29.300	28.400	28.750	100%
					28.838	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	9.902	3.3006	1.30	0.295
Laminas	2	42.082	21.0408	8.28	0.002
Laminas*Blokes	6	74.893	12.4822	4.91	0.002
Momento	3	0.762	0.2539	0.10	0.959
Momento*Laminas	6	22.328	3.7214	1.46	0.228
Error	27	68.610	2.5411		
Total	47	218.577			
C.V (%)				5.85	

ANEXO 7 Rendimiento total por hectárea (kg/ha)

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS
M0	15121,45	15600,00	16440,00	18318,22	16369,92
M1	14377,69	15653,10	15873,33	15520,00	15356,03
M2	17500,80	16843,27	19420,00	19685,00	18362,27
M3	19470,67	18212,00	21449,60	19533,50	19666,44
					17438,67

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS
M0	23528,89	24979,11	27090,91	25600,00	25299,73
M1	23963,64	27039,27	25022,22	26393,45	25604,65
M2	28575,21	27229,82	26136,00	26112,50	27013,38
M3	27836,36	28332,80	27104,00	26200,00	27368,29
					26321,51

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS
M0	25522,20	27033,42	22616,38	24690,91	24965,7277
M1	25068,78	24900,00	24400,00	29074,91	25860,923
M2	27740,40	24955,56	25784,00	25464,09	25986,0116
M3	25478,01	26156,57	28630,30	27380,32	26911,3014
					25930,9909

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	4408353	1469451	0.72	0.548
Laminas	2	806277685	403138843	197.80	0.000
Laminas*Blokes	6	12471003	2078500	1.02	0.434
Momento	3	51288973	17096324	8.39	0.000
Momento*Laminas	6	14025675	2337613	1.15	0.363
Error	27	55029655	2038135		
Total	47	943501345			
C.V (%)				6.15	

ANEXO 8 Rendimiento comercial por hectárea (kg/ha).

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	11176.00	11320.00	11456.00	13333.33	11821.33	100%
M1	11042.42	12496.30	12900.00	11800.00	12059.68	102%
M2	14329.60	13091.27	15227.27	15582.60	14557.69	123%
M3	14000.44	13816.00	15036.80	14863.10	14429.09	122%
					13216.9464	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	19133.33	18251.84	20109.09	19520.00	19253.57	100%
M1	19600.00	20752.73	20755.56	21338.91	20611.80	107%
M2	23862.48	22616.00	21960.00	22114.68	22638.29	118%
M3	23781.82	24160.00	21907.20	22714.29	23140.83	120%
					21411.1201	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	19058.20	18417.42	19161.84	20618.18	19313.91	100%
M1	18146.60	18700.00	18812.00	19477.82	18784.10	97%
M2	21124.40	19450.67	21084.44	20173.18	20458.17	106%
M3	19992.30	19614.86	21470.30	20904.12	20495.39	106%
					19762.8955	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	4857806	1619269	2.58	0.074
Laminas	2	601123070	300561535	478.38	0.000
Laminas*Blokes	6	4450799	741800	1.18	0.346
Momento	3	65043862	21681287	34.51	0.000
Momento*Laminas	6	9057113	1509519	2.40	0.054
Error	27	16963974	628295		
Total	47	701496624			
C.V (%)				4.37	

ANEXO 9 Rendimiento de primera categoría (kg/ha)

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	2885	2520	2336	3733	2868.61	100%
M1	2167	3376	3733	2280	2889.23	101%
M2	4237	4044	4218	5438	4484.25	156%
M3	4042	4400	3917	4813	4292.84	150%
					3633.73	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	8289	9088	10655	10856	9721.91	100%
M1	8873	8953	10764	12618	10302.02	106%
M2	11727	11698	12520	12266	12052.89	124%
M3	12236	12240	12755	12600	12457.89	128%
					11133.68	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	4008	3600	4364	5309	4320.18	100%
M1	3357	3900	4200	4201	3914.64	91%
M2	4324	4103	4551	5010	4496.94	104%
M3	4744	3905	4499	4964	4528.09	105%
					4314.96	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	4857806	1619269	2.58	0.074
Laminas	2	601123070	300561535	478.38	0.000
Laminas*Blokes	6	4450799	741800	1.18	0.346
Momento	3	65043862	21681287	34.51	0.000
Momento*Laminas	6	9057113	1509519	2.40	0.054
Error	27	16963974	628295		
Total	47	701496624			
C.V (%)				12.46	

ANEXO 10 Rendimiento de segunda categoría (kg/ha)

L1	I	II	III	IV	PROMEDIO S	% DE INCREMENTO
M0	8291	8800	9120	9600	8952.73	100%
M1	8875	9120	9167	9520	9170.45	102%
M2	10093	9048	11009	10144	10073.43	113%
M3	9959	9416	11120	10050	10136.24	113%
					9583.21373	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIO S	% DE INCREMENTO
M0	10844	9164	11920	8664	10148.02	100%
M1	10727	11800	9455	8721	10175.64	100%
M2	12135	10918	9991	9849	10723.18	106%
M3	11545	11920	9440	10114	10754.94	106%
					10450.4418	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIO S	% DE INCREMENTO
M0	15050	14817	14798	15309	14993.73	100%
M1	14790	14800	14612	15276	14869.47	99%
M2	16800	15348	16533	15164	15961.23	106%
M3	15248	15710	16971	15940	15967.31	106%
					15447.934	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	1519180	506393	1.32	0.288
Laminas	2	328591394	164295697	428.20	0.000
Laminas*Blokes	6	13699182	2283197	5.95	0.000
Momento	3	10899001	3633000	9.47	0.000
Momento*Laminas	6	1119759	186626	0.49	0.813
Error	27	10359641	383690		
Total	47	366188156			
C.V (%)			5.23		

ANEXO 11 Rendimiento de tercera categoría (kg/ha)

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	3945	4280	4984	4985	4548.59	100%
M1	3335	3157	2973	3720	3296.35	72%
M2	3171	3752	4193	4102	3804.58	84%
M3	5470	4396	6413	4670	5237.36	115%
					4221.72	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	4396	6727	6982	6080	6046.16	100%
M1	4364	6287	4267	5055	4992.85	83%
M2	4713	4614	4176	3998	4375.09	72%
M3	4055	4173	5197	3486	4227.46	70%
					4910.39	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	6464	8616	3455	4073	5651.82	100%
M1	6922	6200	5588	9597	7076.82	125%
M2	6616	5505	4700	5291	5527.84	98%
M3	5486	6542	7160	6476	6415.91	114%
					6168.09547	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	1313653	437884	0.36	0.783
Laminas	2	31170518	15585259	12.76	0.000
Laminas*Blokes	6	7983225	1330538	1.09	0.394
Momento	3	5031480	1677160	1.37	0.272
Momento*Laminas	6	18096661	3016110	2.47	0.049
Error	27	32967489	1221018		
Total	47	96563027			
C.V (%)				21.66	

ANEXO 12 Número promedio de tubérculos por planta (unidades).

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	4.80	5.10	5.20	4.80	4.98	100%
M1	5.18	5.10	5.30	6.10	5.42	109%
M2	5.60	6.10	6.55	6.60	6.21	125%
M3	5.78	6.75	7.40	8.00	6.98	140%
					5.90	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	5.80	4.80	5.90	5.80	5.58	100%
M1	5.64	5.91	6.00	6.10	5.91	106%
M2	5.64	5.90	5.40	5.69	5.66	101%
M3	5.64	6.00	6.60	6.80	6.26	112%
					5.85	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	5.80	5.10	5.20	6.55	5.66	100%
M1	5.80	6.10	6.10	7.55	6.39	113%
M2	5.60	6.89	6.20	6.36	6.26	111%
M3	5.57	6.40	5.80	7.75	6.38	113%
					617.280.393	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Blokes	3	3.897	1.2989	6.02	0.003	
Laminas	2	1.704	0.8518	3.95	0.031	
Laminas*Blokes	6	3.136	0.5227	2.42	0.053	
Momento	3	9.614	3.2045	14.86	0.000	
Momento*Laminas	6	3.349	0.5582	2.59	0.041	
Error	27	5.823	0.2157			
Total	47	27.522				
C.V (%)				7.77		

ANEXO 13 Peso promedio de tubérculos por planta (g).

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	472.55	550.00	545.00	572.44	535.00	100%
M1	295.82	595.40	561.67	735.00	546.97	102%
M2	546.90	485.73	635.00	521.40	547.26	102%
M3	480.33	694.13	607.80	665.10	611.84	114%
					560.27	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	672.78	681.82	1159.09	925.00	859.67	100%
M1	686.36	713.73	1094.44	1168.55	915.77	107%
M2	986.73	832.18	910.50	941.00	917.60	107%
M3	463.64	885.40	1097.00	850.00	824.01	96%
					879.26	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	685.00	894.25	618.18	459.09	664.130682	100%
M1	513.18	750.00	793.75	596.09	663.255682	100%
M2	835.63	1061.11	837.00	613.91	836.911301	126%
M3	581.29	836.14	683.10	680.63	695.288393	105%
					714.896514	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blokes	3	42940	14313	0.98	0.416
Laminas	2	814326	407163	27.95	0.000
Blokes*Laminas	6	78659	13110	0.90	0.509
Momento	3	245977	81992	5.63	0.004
Laminas*Momento	6	359916	59986	4.12	0.005
Error	27	393386	14570		
Total	47	1935204			
C.V (%)				16.80	

ANEXO 14 Número promedio de plantas por m2.

L1	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	3.50	3.80	3.70	3.70	3.68	100%
M1	3.80	3.70	3.60	3.70	3.70	101%
M2	3.70	3.70	3.60	3.70	3.68	100%
M3	3.70	3.60	3.60	3.60	3.63	99%
					3.67	

L2	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	3.70	3.70	3.70	3.60	3.68	100%
M1	3.60	3.70	3.80	3.70	3.70	101%
M2	3.60	3.70	3.70	3.70	3.68	100%
M3	3.60	3.60	3.70	3.60	3.63	99%
					3.67	

L3	I	II	III	IV	PROMEDIOS	% DE INCREMENTO
M0	3.70	3.60	3.70	3.60	3.65	100%
M1	3.60	3.70	3.70	3.60	3.65	100%
M2	3.60	3.70	3.60	3.60	3.63	99%
M3	3.60	3.50	3.60	3.60	3.58	98%
					3.63	

Análisis de varianza.

Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Blokes	3	0.037500	0.012500	2.78	0.060	
Laminas	2	0.020417	0.010208	2.27	0.122	
Blokes*Laminas	6	0.001250	0.000208	0.05	1.000	
Momento	3	0.007500	0.002500	0.56	0.648	
Laminas*Momento	6	0.031250	0.005208	1.16	0.356	
Error	27	0.121250	0.004491			
Total	47	0.219167				
C.V (%)				1.83		

ANEXO 15 Costo de producción (S./).

		Cantidad.	Precio unitario.	Costo Total.
Costos Directos.	U.M.	ha.	(S/.)	(S/.)
1.-Insumos.				S/7,431.00
1.1.- semilla(unica)	Kg.	3000	S/.1.20	S/3,600.00
1.2.-fertilizantes.				S/2,022.00
urea.	sacos	8	S/.51.00	S/.408.00
fosfato de amonio.	sacos	7	S/.80.00	S/.560.00
sulfato de potasio.	sacos	7	S/.122.00	S/.854.00
cloruro de Ca	sacos	2	S/.100.00	S/.200.00
1.3 herbicida.				S/65.00
metribuzina(a los 30 y 50 dias).	Lt	0.5	S/.130.00	S/.65.00
1.4.-insecticidas.				S/705.00
clorofos	Lt	1.5	S/.180.00	S/.270.00
midaprid	lt	1.5	S/.90.00	S/.135.00
vermitec	Lt	1.5	S/.200.00	S/.300.00
1.5 .-fungicidas.				S/1,039.00
Luna	500gr	1	S/.120.00	S/.120.00
Zampro	Lt	2.5	S/.160.00	S/.400.00
Moxan	Lt.	3	S/.85.00	S/.255.00
Aliette	kg	2	S/.132.00	S/.264.00
Sulfato de Cu.	kg	1	S/.350.00	S/.350.00
2.- Maquinaria agricola.				S/1,000.00
2.1.-preparacion del terreno.				S/450.00
Rayada.(para machaco)	maq/hora.	1	S/.100.00	S/.100.00
Disco,Grada,Surcado(para siembra)	maq/ha.	Ha	S/.350.00	S/.350.00
2.2.-siembra.				S/550.00
tapado de semilla(acemila).	Ha/acemila.	1	S/.100.00	S/.100.00
primer aporque(acemila).	Ha/acemila.	1	S/.120.00	S/.120.00
segundo aporque(acemila).	Ha/acemila	1	S/.120.00	S/.120.00
cajoneada	Ha	1	S/.120.00	S/.120.00
cosechadora de papa	Hora/maq.	1	S/.90.00	S/.90.00

3.1.- preparación de terreno.				S/.130.00
Riego de machaco.	jornal.	2	S/.55.00	S/.110.00
Limpieza.	jornal.	2	S/.20.00	S/.40.00
Mantenimiento del sistema	jornal.	4	S/.20.00	S/.80.00
3.2.-Siembra.				S/.480.00
Desinfección de semilla.	jornal.	3	S/.20.00	S/.60.00
Distribución de semilla	jornal.	4	S/.30.00	S/.120.00
Siembra.	jornal.	10	S/.30.00	S/.300.00
3.3 .-labores culturales.				S/.1,310.20
Primer aporque (acemila).	Ha/acemila.	1	S/.30.20	S/.30.20
Segundo aporque (acemila).	Ha/acemila.	1	S/.30.00	S/.30.00
Tercer cajoneada (acemila).	Ha/acemila	1	S/.30.00	S/.30.00
abonada	jornal.	4	S/.30.00	S/.120.00
Levantada de rayas.	jornal.	4	S/.20.00	S/.80.00
Control fitosanitario.	mochila	7	S/.30.00	S/.210.00
Riegos.	jornal.	12	S/.55.00	S/.660.00
Colocado de bolsas	jornal.	5	S/.30.00	S/.150.00
Labores de sistema de riego	jornal.	6	S/.30.00	S/.180.00
4 Unidad Productiva				S/.2,000.00
5.-otros gastos.				S/.500.00
Imprevistos.				S/.500.00
Total costos directos.				S/.12,851.20
Costos indirectos.				S/.942.56
1.-Asistencia técnica.	3%Cd.			S/.385.54
2.-Gastos administrativos.	2%Cd.			S/.257.02
3.- Combustible				S/.200.00
4.-Mantenimiento Auto				S/.100.00
Costo total ha de producción.				S/.13,793.76

ANEXO 16 Costos de agua, Citoquininas y Sistema de riego.

Presupuesto de Agua de riego.

RIEGO	CANTIDAD (m3)	COSTO X m3	TOTAL
L1	1.667	S/. 0,45	S/. 750,15
L2	2.778	S/. 0,45	S/. 1.250,10
L3	3.500	S/. 0,45	S/. 1.575,00

Presupuesto de citoquininas.

CITOQUININAS	CANTIDAD (L)	COSTO X UNI.	TOTAL
M0	0	S/. -	S/. -
M1 25 DDE	1.33	S/. 150.00	S/. 199.50
M2 25-75 DDE	2.66	S/. 150.00	S/. 399.00
M3 25-50-75 DDE	3.99	S/. 150.00	S/. 598.50

Presupuesto de sistema de riego por ha.

Descripción	Costo total S./
Equipamiento de manguera de portagotero	8875.475
Equipamiento de tubería porta línea	2817.5
Equipo de cabezal de filtrado	318.5
Equipo de inyección de fertilizantes	567
Instalación	1800
Suma total	14378.475
Depreciación anual 20%	2875.695