

**EFFECTO DEL ACOLCHADO CON PLÁSTICO NEGRO AGROMOULCH
SOBRE EL CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE LA PAPA (*Solanum
tuberosum* L. *ssp andígena*) EN EL MUNICIPIO DE PASTO
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

FRANCISCO JAVIER LOZANO MENESES

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PASTO - NARIÑO
2004**

**EFFECTO DEL ACOLCHADO CON PLÁSTICO NEGRO AGROMOULCH
SOBRE EL CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE LA PAPA (*Solanum
tuberosum* L. *ssp andígena*) EN EL MUNICIPIO DE PASTO
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

FRANCISCO JAVIER LOZANO MENESES

**Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al
título de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presidente de Tesis
Hernando Criollo I.A., M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PASTO – NARIÑO
2004**

Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son de
responsabilidad exclusiva de su autor

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1996, emanado del
Honorable Consejo Académico de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, mayo de 2004

AGRADECIMIENTOS

Esteban Moncayo. Gerente de Bolsas & Plásticos; por la colaboración en la consecución del material plástico con el cual se realizó el trabajo de campo.

Hernando Criollo Escobar I.A., M.Sc.; por su acertada dirección en la realización del presente trabajo de investigación

Edmundo Apráez, Zoot., M.Sc.; por la revisión y sugerencias en la redacción del trabajo final.

Lucía Pérez; por su colaboración desinteresada en el desarrollo y ejecución del trabajo.

El personal del C.I. Botana de la UDENAR; por su colaboración desinteresada en el montaje, desarrollo y evaluación del trabajo de campo.

Todas las personas que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. MARCO TEÓRICO	17
1.1 EL CULTIVO DE LA PAPA	17
1.1.1 Origen e historia	17
1.1.2 Fertilización	18
1.1.3 Producción	20
1.1.4 Factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de la papa	21
1.1.4.1 Fotosíntesis y estructura de la hoja	21
1.1.4.2 Intensidad de la luz y temperatura	21
1.1.4.3 Temperatura	21
1.1.4.4 Agua	23
1.2 LOS PLÁSTICOS EN LA AGRICULTURA	24
1.2.1 Generalidades	24
1.2.2 Acolchado	25
1.2.3 Acolchado en papa	30
2. DISEÑO METODOLÓGICO	32
2.1 LOCALIZACIÓN	32
2.2 ÁREA EXPERIMENTAL	32

2.3	LABORES CULTURALES	32
2.3.1	Preparación del suelo	32
2.3.2	Riego	33
2.3.3	Colocación del plástico	33
2.3.4	Siembra	33
2.3.5	Fertilización	33
2.3.6	Desyerba y aporque	34
2.3.7	Control de plagas y enfermedades	34
2.3.8	Cosecha	35
2.4	VARIABLES EVALUADAS	35
2.4.1	Días a emergencia	35
2.4.2	Días a floración	35
2.4.3	Número de tallos aéreos por planta	36
2.4.4	Altura de plantas	36
2.4.5	Número de tubérculos	36
2.4.6	Rendimiento	36
2.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
2.6	ANÁLISIS ECONÓMICO	37
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1	DÍAS A EMERGENCIA	38
3.2	DÍAS A FLORACIÓN	40
3.3	NÚMERO DE TALLOS AÉREOS POR PLANTA	42

3.4	ALTURA DE PLANTAS	44
3.5	NÚMERO DE TUBÉRCULOS	45
3.6	RENDIMIENTO	47
3.7	ANÁLISIS ECONÓMICO	49
3.7.1	Análisis de sensibilidad de precios	50
	CONCLUSIONES	54
	RECOMENDACIONES	55
	BIBLIOGRAFÍA	56
	ANEXOS	62

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1 Clasificación comercial de tubérculos de papa.	36
Cuadro 2 Número de tallos principales y laterales por planta de papa obtenidos con el sistema de acolchado y en el sistema tradicional (testigo).	42
Cuadro 3 Altura de plantas de papa (cm), obtenido en el sistema de acolchado y el sistema tradicional (testigo).	44
Cuadro 4 Número de tubérculos por categoría obtenidos en el lote sembrado con el sistema tradicional (testigo).	46
Cuadro 5 Número de tubérculos por categoría obtenidos en el sistema de acolchado, con la utilización de Agromoulch.	46
Cuadro 6 Rendimiento por tratamiento (kilogramos por muestra), en el cultivo de papa en los lotes acolchado y testigo tradicional con suelo descubierto.	48
Cuadro 7 Presupuesto para el cultivo de papa.	50
Cuadro 8 Análisis de sensibilidad de precios para el cultivo de papa en los lotes acolchado y testigo tradicional con suelo descubierto.	51
Cuadro 9 Costo total cultivo de papa en un lote con suelo descubierto (ha).	52
Cuadro 10 Costo total cultivo de papa en un lote acolchado (ha).	53

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Sistema de riego por goteo utilizado en el lote acolchado sobre el lomo del surco.	33
Figura 2 Caballón cubierto con plástico Agromoulch antes de hacer las perforaciones para sembrar el tubérculo semilla.	34
Figura 3 Perforación del plástico Agromoulch antes de la siembra de la semilla de papa en un lote acolchado – C.I. Botana.	35
Figura 4 Planta de papa emergida en los lotes testigo tradicional con suelo descubierto y Acolchado – C.I. Botana.	38
Figura 5 Planta de papa florecida en sistema acolchado y testigo tradicional con suelo descubierto – C.I. Botana.	41

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A Propiedades y aplicaciones del Agromoulch.	63
ANEXO B Resultados del análisis de muestras de suelos.	64
ANEXO C Comparación de promedios de número de tallos por planta. Prueba <i>t de student</i> .	65
ANEXO D Comparación de promedios de altura de plantas. Prueba <i>t de student</i> .	66
ANEXO E Comparación de promedios de número de tubérculos por tratamiento. Prueba <i>t de student</i> .	67
ANEXO F Comparación de promedios de número de tubérculos clase primera. Prueba <i>t de student</i> .	68
ANEXO G Comparación de promedios de número de tubérculos clase segunda. Prueba <i>t de student</i> .	69
ANEXO H Comparación de promedios de número de tubérculos clase tercera. Prueba <i>t de student</i> .	70
ANEXO I Comparación de promedios de número de tubérculos clase cuarta. Prueba <i>t de student</i> .	71
ANEXO J Comparación de promedios número de tubérculos clase cero. Prueba <i>t de student</i> .	72
ANEXO K Comparación de promedios de rendimiento por tratamiento (kg). Prueba <i>t de student</i> .	73

RESUMEN

En el C.I. Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicado a una altitud de 2.760 msnm, se evaluó el efecto del acolchado con plástico negro Agromoulch, sobre el comportamiento agronómico de la papa (*Solanum tuberosum* L. *ssp andígena*).

En cuanto a las variables agronómicas se estableció que mediante el sistema de acolchado, en el tiempo transcurrido a la emergencia (29 días), a la floración (56 días), y a la cosecha (135 días), hubo diferencias estadísticas ($p < 0,01$) con respecto al lote testigo, donde el número de días a emergencia fue de 38 días, a la floración de 86 días y a la cosecha de 190 días.

En el mayor número promedio de tallos por planta (5,95) y la mayor altura de plantas (25,57 cm), se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,01$) a favor del lote acolchado, con respecto al lote testigo; donde el número promedio de tallos fue de 2,65 y la altura de 11,92 cm. El rendimiento promedio fue de 16,71 t/ha en el lote acolchado y de 5,17 t/ha en el lote testigo.

La rentabilidad que se obtuvo fue negativa -16,30% en el lote acolchado y -43,20% en el lote testigo debido al alto costo de instalación de los sistemas acolchado y de riego localizado, así como la baja producción obtenida en los dos tratamientos y bajos precios del mercado.

SUMMARY

SUMMARY In the C.I. Botana, property of the University of Nariño, located to an altitude of 2,760 msnm, evaluated the effect of the wadding with black plastic Agromoulch, on the agronomic behavior of the Pope (*Solanum tuberosum* L. *ssp andígena*).

As far as the agronomic variables one settled down that by means of the wadding system, in the time passed to the emergency (29 days), to the flowering (56 days), and to the harvest (135 days), there were statistical differences ($p < 0,01$) with respect to the lot witness, where the number of days to emergency went of 38 days, to the flowering of 86 days and the harvest of 190 days.

In the greater number average of stems by plant (5,95) and the greater height of plants (25.57 cm), were statistical differences ($p < 0,01$) in favor of the quilted lot, with respect to the lot witness; where the number average of stems was of 2.65 and the height of 11.92 cm. The yield average was of 16.71 t/ha in the quilted lot and of 5.17 t/ha in the lot witness.

The yield that was obtained was negative -16,30% in the lot quilted and -43,20% in the lot witness due to the high cost of installation of the systems quilted and located irrigation, as well as the low production obtained in both treatments and low prices of the market.

GLOSARIO

ABA: Acido abscísico, hormona que inhibe la brotación.

ACOLCHADO: Cobertura plástica que ha desplazado los residuos vegetales empleados con este fin.

AGROMOULCH: Cobertura de polietileno lineal de baja densidad y aditivo, de 1, 2 a 3 milésimas de pulgada de espesor y ancho de 0,60 m hasta 12 m.

CABALLON: Surco o melga (de 0,50 m de altura), que se cubre con plástico Agromoulch.

GA: Acido giberélico, hormona que estimula el crecimiento longitudinal de los brotes.

P.E: Polietileno.

POLIETILENO: Material plástico más utilizado para la fabricación de películas plásticas.

INTRODUCCIÓN

El uso del plástico en la agricultura data de mediados del siglo pasado; sin embargo, la implementación de nuevos sistemas de cultivo y el desarrollo actual de estos materiales, han permitido mejorar su eficiencia e incrementar la rentabilidad de muchos cultivos.

En Colombia, la industria del plástico se desarrolla a la par con el cultivo de flores y de algunos frutales. En el departamento de Nariño, el uso de plásticos en la agricultura es incipiente, se utiliza principalmente como cubierta en invernaderos o en sistemas de riego, mientras que su uso en el sistema acolchado es utilizado ocasionalmente en algunas hortalizas como la fresa.

El uso del plástico como acolchado en papa, que es uno de los cultivos más importantes en la zona fría de Colombia y principalmente de la zona andina, no se conoce¹. Sin embargo, presenta beneficios como el incremento en la temperatura del suelo, aceleración de la emergencia y desarrollo de la planta al igual que el control de malezas². Por otro lado, "El acolchado es una tecnología que permite la producción temprana de papa, incrementa el rendimiento y permite obtener productos de excelente calidad"³. "Cuando se cuenta con condiciones ambientales impredecibles, como alta, muy baja o escasa precipitación durante el ciclo de vida del cultivo que retrasa la madurez de los tubérculos, la plasticultura asegura el normal abastecimiento de la demanda de papa"⁴.

¹CARVAJAL ROJAS, Guillermo Hernando *et al.* Aspectos generales del cultivo de la papa y sus sistemas de producción en Colombia. En: Manejo integrado del cultivo de la papa. Manual técnico. Tibaitatá, Colombia:2000. p 34.

²LAMOUNT Jr., William James. Potatoes on plastic. Producción for direct marketing using plasticulture [documento en línea]. Penn State University. Pennsylvania:2003. Traducción Jorge Luís Alonso G. Disponible en:
<www.spudman.com/pages/isue02-01/02-01-plastic.html>
<www.agrohispana.com/escuela/verdoc.asp?documento=papa00oid-tema=114>

³Ibid, 2003.

⁴INFOAGRO (INSTITUTO DE FOMENTO AGRICOLA). El cultivo de la patata [documento en línea]. España:2002. Disponible en:
<www.infoagro.com/hortalizas/patata5.asp>

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones se realizó el presente trabajo de investigación que tiene como objetivos, plantear una alternativa tecnológica en el cultivo de la papa que permita incrementar la productividad y calidad de la papa; analizar el efecto del acolchado con plástico negro Agromoulch sobre el comportamiento agronómico de la papa; y realizar el análisis total de costos con la alternativa propuesta.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 EL CULTIVO DE LA PAPA

1.1.1 Origen e historia. Montaldo⁵, hace una descripción detallada sobre el origen y la historia de éste tubérculo y menciona que la papa era conocida en América hace más de 10.500 años y que su domesticación y cultivo han ocurrido en fecha posterior.

“El cultivo de la papa se originó en la cordillera Andina, donde evolucionó y se cruzó con otras plantas silvestres del mismo género presentando una gran variabilidad”⁶. “La región del lago Titicaca sería el centro de origen de la papa cultivada”⁷. Bukasov (1970), citado por el mismo autor⁸, manifiesta que:

El primer geocentro principal de las subsecciones sudamericanas de *Tuberarium* está localizado en los altiplanos adyacentes a Perú y Bolivia. Un centro secundario sudamericano está en la costa del Pacífico de Chile, y en las islas adyacentes; las especies de la subsección *Pacificum* se han desarrollado allí, incluyendo *Solanum tuberosum* L.

Por otro lado QRO⁹, señala que:

La papa llega a Europa en el siglo XVI por dos vías diferentes; una fue España hacia 1570 y otra fue por las islas Británicas entre 1588 y 1593, desde donde se expandió a todo el continente y fue

⁵MONTALDO, Álvaro. Cultivo y mejoramiento de la papa: Serie de libros y materiales educativos. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. No. 54. San José, Costa Rica:1984. p. 9.

⁶Ibid, 26.

⁷Ibid, 27.

⁸QRO (CAMPUS QUERETARO). Generalidades del cultivo. Origen [documento en línea]. Universidad Tecnológica de Monterrey. México:2003. Disponible en: <www.qro.itmes.mx/agronomia2/extensivos/Hmapa.html>

⁹Montaldo, Op cit., 196.

sembrada en los países fríos de latitudes extremas como Inglaterra, Escocia, Irlanda, Alemania, Holanda, Polonia y Rusia.

1.1.2 Fertilización. Barrera y Tamayo¹⁰, relacionan aspectos de la fertilización de la papa tales como la acidez y encalamiento de los suelos paperos y afirman que a partir de la década pasada se ha producido un cambio en los criterios de encalamiento. Este consistió en encalar al momento de la siembra de la papa, en banda al fondo del surco, tapándola con una delgada capa de suelo para separarla de los demás fertilizantes. Los experimentos han demostrado que encalamientos menores de 1,0 t/ha al monocultivo de la papa, son suficientes para obtener altos rendimientos. En todos los ensayos siempre se utilizó cal dolomítica, debido al bajo contenido de magnesio en el suelo (menos de 1,0 meq/100 g de suelo). De esta manera se puede economizar más del 50% de la cal, en comparación con la aplicación al voleo cubriendo todo el terreno.

Los mismos autores¹¹, en investigaciones realizadas en Nariño obtuvieron producciones crecientes con la aplicación de nitrógeno hasta 200 kg/ha en presencia de 300 kilos de P₂O₅. Muñoz y Wieczorack (1997), citados por García y Pantoja¹²; Guerrero¹³; & Barrera y Tamayo¹⁴, coinciden en que las respuestas a la aplicación de nitrógeno no presentaron relación con el contenido de materia orgánica del suelo y el nitrógeno asimilable para las plantas, lo cual puede tener su origen en las bajas temperaturas, altos contenidos de alófana (ceniza volcánica), y condiciones que limitan la mineralización de la materia orgánica. Por tanto, esta característica no se utiliza como un criterio de disponibilidad de nitrógeno en suelos de clima frío.

¹⁰BARRERA, Luis Levi y TAMAYO, Álvaro. Establecimiento del cultivo. En: Manejo integrado del cultivo de la papa. Manual técnico. Tibaitatá, Colombia:2000. p. 110.

¹¹Ibid, 96.

¹²GARCÍA, Bernardo y PANTOJA, Carlos. Fertilización y manejo de suelos en el cultivo de papa en el departamento de Nariño. ICA. Regional No. 5. Pasto:1993. p. 43.

¹³GUERRERO, Ricardo. La fertilización del cultivo de la papa en Colombia. En: Memorias 7º curso de actualización sobre el cultivo de la papa. Fedepapa-ICA. Pasto, Colombia:1991. p. 99.

¹⁴BARRERA y TAMAYO, Op cit., 97-98.

Guerrero¹⁵; García y Pantoja¹⁶; & Barrera y Tamayo¹⁷; afirman que en Nariño, en suelos con contenidos inferiores a 30 ppm de fósforo, las mayores respuestas se han encontrado con adición de 400 kg/ha de P₂O₅. En suelos con contenidos entre 30 y 60 ppm de fósforo se obtuvieron aumentos significativos con aplicaciones de 100 y 200 kg/ha de P₂O₅.

García y Pantoja¹⁸; & Barrera y Tamayo¹⁹; concuerdan que la respuesta a la fertilización con potasio en Nariño no ha sido consistente. Esta respuesta esta relacionada con los contenidos medios a altos en potasio en estos suelos.

Guerrero²⁰; & Barrera y Tamayo²¹; reportan que para un rendimiento de 20 t/ha de tubérculos se remueven 44 g de cobre, 42 g de manganeso, 0,74 g de molibdeno, 99 g de zinc y 60 g de boro. En Nariño, Beltrán y Pazmiño²², no encontraron respuesta en suelos de José María Hernández a la aplicación de elementos menores (B, Cu, Mo y Zn). Cuastumal y Lasso²³, al evaluar la calidad de la papa Diacol Capiro obtenida con la aplicación de micronutrientes en Pasto, Túquerres y Guachucal, encontraron que la adición de boro en dosis de 1 o 2 kg/ha o en combinación con zinc o molibdeno, incrementó el rendimiento de papa

¹⁵GUERRERO, Op cit., 110.

¹⁶GARCÍA y PANTOJA, Op cit., 22.

¹⁷BARRERA y TAMAYO, Op cit., 97.

¹⁸GARCÍA y PANTOJA, Op cit., 26.

¹⁹BARRERA y TAMAYO, Op cit., 100.

²⁰GUERRERO, Op cit., 108.

²¹BARRERA y TAMAYO, Op cit., 104.

²² BELTRÁN, Vicente y PAZMIÑO, Carlos. Respuesta de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a la fertilización con elementos menores B, Cu, Mo y Zn, en un suelo de José María Hernández, municipio de Pupiales–Nariño. Pasto:1991. p. 45. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

²³CUASTUMAL, Gladis y LASSO, Juan. Evaluación de la fertilización con micronutrientes en la calidad de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad diacol capiro, en los municipios de Pasto, Túquerres y Guachucal–Nariño. Pasto:2001. p. 96. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

tipo primera; el mayor rendimiento en papa tipo segunda se obtuvo con la aplicación de 6 kilos de sulfato de zinc o con 1 kg/ha de molibdato de sodio.

Merchancano y Gómez²⁴; García y Pantoja²⁵; & Barrera y Tamayo²⁶; manifiestan que en Nariño, con la aplicación de 6–9 t/ha de estiércol vacuno se incrementó la eficiencia del fertilizante químico 13–26–6. Por otra parte el abonamiento orgánico mejoró el efecto residual del fertilizante.

1.1.3 Producción. “La papa es uno de los productos agrícolas de primera importancia en el departamento de Nariño, especialmente, en la zona fría, ocupando un área de producción entre 20.000 y 22.000 ha”²⁷. En Nariño, “el volumen de producción de 484.000 toneladas y un rendimiento promedio de 22 t/ha, es superior al promedio nacional de producción de 15,48 t/ha”²⁸.

Guerrero, manifiesta que: “En Colombia el rendimiento promedio es de 12,5 t/ha, pero estima que el país dispone de la tecnología para alcanzar un rendimiento promedio de 25 t/ha”²⁹.

Según CEVIPAPA, “Los rendimientos obtenidos en Colombia durante el período 1999–2000 fueron en promedio de 15,95 t/ha”³⁰.

²⁴MERCHANCANO, José y GÓMEZ, R. Efectos de la aplicación de estiércol y N–P–K en la producción de la papa *Solanum tuberosum* L. y en algunas propiedades físicas y biológicas en un suelo del altiplano de Pasto. Pasto:1984. p. 101. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

²⁵GARCÍA y PANTOJA, Op cit., 31.

²⁶BARRERA y TAMAYO, Op cit., 106.

²⁷GARCÍA y PANTOJA, Op cit., 18.

²⁸BENAVIDEZ MONTENEGRO, Elio Javier y RUBIO VILLAREAL, Robert Josué. Respuesta de la papa *Solanum tuberosum* a la aplicación de una fuente de aminoácidos en la interacción con fertilización convencional vereda Los mayos – Guachucal Nariño. Pasto:1995. p. 16. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

²⁹GUERRERO, Ricardo. La fertilización de la papa en Colombia. Colección Pasto verde No. 2. Monómeros Colombo–Venezolanos. Bogotá:1998. p. 2.

1.1.4 Factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de la papa

1.1.4.1 Fotosíntesis y estructura de la hoja. “Más del 90% del peso seco acumulado por la planta de papa es derivado de la fijación y asimilación de CO₂ y del proceso de fotosíntesis”³¹.

Li (1985); & Ku, Edwards y Tañer (1997), citados por Valbuena³²; manifiestan que la papa tiene estomas por ambos lados: arriba (adaxial) y abajo (abaxial), en la superficie de la hoja. Algunas variedades de papa tiene tasas fotosintéticas bajas, pero son compensadas por una gran superficie asimilatoria y la duración de área foliar larga. Se ha demostrado que después de la tuberización, el CO₂ asimilado por las hojas de la papa se incrementa de 2 a 3 veces, acompañado de incremento de carbono que se mueve dentro de la planta, de las hojas hacia el tubérculo. La fotosíntesis declina a medida que avanza la maduración (senescencia) en la hoja.

1.1.4.2 Intensidad de la luz y temperatura. Li (1985); Salisbury y Ross (1992); & Buitrago (1999); citados por Valbuena³³, coinciden en manifestar que la luz influye en la apertura estomática de las plantas de papa; sin embargo, incrementos en conductancia estomática tienen una relación lineal con incrementos en la intensidad de iluminación. Las máximas tasas de fotosíntesis se encuentran en un rango de 15–25%; con temperaturas superiores a 25°C la tasa de asimilación de CO₂ declina sustancialmente. La conductancia estomática llega a un punto máximo a los 24°C.

1.1.4.3 Temperatura. De Sanzo *et al*, señalan que: “Una adecuada germinación se obtiene con una temperatura entre los 15 y 20°C, de lo contrario, la planta se ve obligada a utilizar parte de su energía en contrarrestar los efectos climáticos adversos, siendo entonces

³⁰CEVIPAPA (CENTRO VIRTUAL DE INVESTIGACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA PAPA). Estadísticas [documento en línea]. Bogotá:2002. Disponible en: www.cevipapa.org.co/body-estadisticas.html

³¹ VALBUENA B., Iván. Aspectos ecofisiológicos básicos sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de la papa. En: Manejo integrado del cultivo de la papa. Manual técnico. Tibaitatá, Colombia:2000. p. 46.

³²Ibid, 47.

³³Ibid, 47.

susceptible al ataque de enfermedades y plagas³⁴. Pérez, menciona además que: "Temperaturas entre 4 y 6°C, retardan la germinación de la semilla de papa"³⁵.

Luján, manifiesta que: "El óptimo crecimiento del cultivo de la papa se obtiene con una temperatura de 15 a 20°C"³⁶. Por su parte Montaldo, afirma que: "El alargamiento de los tallos de la papa es nulo a 6°C, lento de 6–9°C y óptimo a 18°C"³⁷. "La temperatura adecuada para la producción de follaje es de 12 a 14°C y para tallos de 18°C. La producción disminuye cuando la temperatura mínima es más alta"³⁸.

Alvarado, manifiesta que: "Cuando se aumenta la temperatura entre 20 y 25°C, la producción de follaje se incrementa pero disminuye la producción de tubérculos"³⁹. Valbuena⁴⁰, asegura que:

Bajo temperaturas altas (20–29°C), las plantas producen más follaje, se induce el desarrollo de tallos, pero las hojas son más pequeñas debido a la reducción de la expansión del área foliar, los niveles de almidón se reducen en las hojas, especialmente, el acumulado en las hojas maduras, se incrementa el número de internodos y los estolones son más largos.

³⁴DE SANZO *et al.* Claves para la germinación. [documento en línea]. Argentina:2003. Disponible en: www.autosuficiencia.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=107

³⁵PEREZ, Edmundo. Cosecha y clasificación. En: Manual de papa. No. 130, (noviembre–diciembre, 1997). p. 84.

³⁶LUJAN, Lauro. Ecología. En: Manual de papa. No. 130, (noviembre–diciembre, 1997). p. 26.

³⁷MONTALDO, Op cit., 151.

³⁸INTA. Papa. (*Solanum tuberosum*), Climas y suelos. [documento en línea]. Tomado del libro: Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica:1991. Disponible en: www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/hortic/papa/emp/enfermedades2.htm

³⁹ALVARADO, Luis Felipe. Algunos aspectos fisiológicos sobre el crecimiento y desarrollo de la papa. En: El cultivo de la papa. Dirección de comunicación rural. Programa de tuberosas. No. 241. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Septiembre:1978. p. 17.

⁴⁰VALBUENA, Op cit., 48.

Por otro lado Luján, manifiesta que: "Temperaturas bajas del suelo disminuyen el desarrollo aéreo de la planta y reducen el contenido de almidón de los tubérculos"⁴¹.

Valbuena, afirma que: "Temperaturas entre 15 y 19°C son óptimas para iniciar el crecimiento del tubérculo; 17°C es un promedio de temperatura para una buena producción de papa"⁴².

1.1.4.4 Agua. Luján⁴³, señala que:

El 60% de las raíces de la papa se desarrollan en los primeros 30 cm del perfil del suelo, aunque esto depende de la humedad disponible, ya que algunas raíces pueden llegar hasta 1 m de profundidad. Riegos equivalentes a 20–30 mm de precipitación son ideales para obtener altos rendimientos y tubérculos bien formados.

"Con el acolchado se mejora el crecimiento de raíces con mayor desarrollo lateral, pues la planta no necesita penetrar profundamente en el suelo, debido a la mayor humedad"⁴⁴.

"Incrementos en la humedad del suelo en un 20–80% influye positivamente en el crecimiento de los tallos, área foliar, peso seco y número de tubérculos, de igual manera, una humedad constante durante el inicio de la tuberización aumenta la producción de tubérculos"⁴⁵.

"El manejo del agua durante el estado de iniciación del tubérculo es especialmente importante para ayudar al desarrollo del cultivo. De 80–

⁴¹LUJÁN, Op cit., 27.

⁴²VALBUENA, Op cit., 48.

⁴³LUJÁN, Op cit., 30-31.

⁴⁴MIYAZAKI, Silvia Susana. Proyecto de investigación UBACYT. En: *Ámbito financiero (suplemento agropecuario)*, [documento en línea]. Argentina:2001. Utilización de plásticos biodegradables. Disponible en: <www.agro.uba.ar/siav/not-tec/miyazaki.htm>

⁴⁵AL SOBOH, Ghassan *et al.* Mecanismos para incrementar el número de tubérculos. Australian Potato Research. Development and Technology Transference. [documento en línea]. Australia:2000. Disponible en: www.redepapa.org/boletintreintaicuatros.html

90% de disponibilidad de agua en el suelo durante el comienzo del crecimiento del tubérculo y ensanchamiento del mismo, favorece un crecimiento rápido de la planta⁴⁶.

Li (1985); Rodríguez y Torres (1993); & Luján (1994); citados por Valbuena⁴⁷; manifiestan que la deficiencia hídrica reduce el crecimiento del follaje y puede disminuir el porcentaje de materia seca de los tubérculos, debido al cierre estomático y la consiguiente disminución de la tasa fotosintética al restringirse el paso de CO₂. Un suelo con un déficit hídrico en la etapa de formación y llenado del tubérculo afecta drásticamente el rendimiento, por el contrario los tubérculos provenientes de un suelo saturado de agua tienen bajo porcentaje de materia seca.

1.2 LOS PLÁSTICOS EN LA AGRICULTURA

1.2.1 Generalidades. De acuerdo con la información de ANAIP⁴⁸:

El polietileno es el plástico más consumido en el mundo con 105.560 toneladas, seguido del PVC con 57.250 toneladas. La resistencia al impacto y al rasgado, la transparencia a la radiación solar, la dispersión de la luz y la reducción del riesgo de heladas, son entre otros, los beneficios que ofrecen los plásticos en la agricultura.

Según PLANTHOGAR, "la agricultura ha encontrado en el polietileno, en combinación con el conocimiento, excelentes aliados para incrementar la productividad y por ende la competitividad en espacios comerciales cada vez más globalizados y exigentes"⁴⁹. "La producción en el campo se ha

⁴⁶VALBUENA, Op cit., 42.

⁴⁷Ibid, 49.

⁴⁸ANAIP (CONFEDERACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESARIOS DE PLÁSTICOS). Los plásticos, factor clave en el desarrollo social y material del ser humano [documento en línea]. El sector agrícola. Madrid, España:2001. Disponible en: <www.anaip.es/iinter-presentacion.html#int>

⁴⁹PLANTHOGAR. Acolchamiento de suelos con polietileno [documento en línea]. España:2002. Disponible en: <www.planthogar.net/releases/8583243670.htm> <www.tpagro.com/nuevo/mulch.html>

triplicado gracias a la plasticultura, o cobertura de cultivos agrícolas con plásticos para protegerlos de agentes externos”⁵⁰.

“Las aplicaciones más extendidas de la plasticultura son: acolchamiento de suelos, túneles de cultivo, invernaderos, tuberías para conducción de agua y drenaje, films para ensilar, cortavientos, láminas para embalses y cordelería”⁵¹.

“En el sector agrícola se ha buscado el desarrollo de películas plásticas que en los cultivos generen una mayor productividad de las plantas. Las películas plásticas para el sector agrícola se utilizan para cubiertas de invernadero, acolchados, ensilajes, embalses (reservorios), desinfección de suelos o solarización”⁵².

1.2.2 Acolchado. “Antiguamente el acolchado se asociaba directamente al empajado, en la actualidad el plástico ha desplazado totalmente los residuos vegetales empleados con este fin. En España la técnica del acolchado se aplica en dos modalidades: el acolchado total y el parcial”⁵³.

Quezada⁵⁴, afirma que:

El material más utilizado para la fabricación de las películas plásticas para acolchado es el polietileno, por cuestiones económicas los tipos de película que se manejan son: películas convencionales (negro opaco, transparente, gris humo), películas infrarrojas, películas fotoselectivas, películas degradables y películas de bajo espesor.

⁵⁰ANAIP, Op cit., 2001.

⁵¹Ibid, 2001.

⁵²PQA (PRODUCTOS QUÍMICOS ANDINOS). Materias primas y productos: Líneas de productos, usos y aplicaciones. Primera edición. Bogota:2001. p. 5.

⁵³CEPLA (COMITÉ ESPAÑOL DE PLÁSTICOS EN AGRICULTURA). Aplicaciones de los plásticos en agricultura [documento en línea]. Aplicaciones agropecuarias: El acolchado. España:2002. Disponible en: <www.cepla.com/we104.html>

⁵⁴QUEZADA M., Rosario. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). Plásticos en la agricultura y selección de los materiales [documento en línea]. México:2002. Disponible en: <www.geocities.com/capecanaverl/runway/8787/agropla.htm>

La misma autora⁵⁵, comenta que:

Los principales tipos de acolchado que se manejan son: acolchado en los lomos de los surcos, acolchado en camas, acolchado individual en círculos o cuadros, acolchado en línea, en plano y acolchado en las regaderas; y todas estas modalidades en: acolchado antes de la siembra o transplante y acolchado después de la siembra.

“El acolchamiento es una técnica empleada para proteger los cultivos y el suelo de la acción de agentes atmosféricos, los cuales reducen la calidad de los frutos, resecan el suelo, enfrían la tierra y arrastran los fertilizantes; incrementando los costos”⁵⁶. Por otra parte, “el uso de una capa de acolchado hecho con material adecuado protege diversos frutos delicados del contacto directo con el suelo, evitando que se ensucien o se pudran”⁵⁷.

Según el CEPLA⁵⁸; Quezada⁵⁹; & PLANTHOGAR⁶⁰; el acolchado tiene efectos favorables sobre el suelo y el ambiente como: conservación de la humedad, mantenimiento de una buena estructura, mejor utilización de los abonos, protección en la germinación de las plantas, menor número de frutos dañados y eliminación de malas yerbas cuando se utilizan plásticos opacos.

De acuerdo con Alamo y Tabares, “la practica del acolchado es altamente recomendable, lográndose un ahorro de un 20% de agua, a la vez que se evitan las malas yerbas y con eso posibles huéspedes de

⁵⁵Ibid, 2002.

⁵⁶HENAO OSPINA, Ferley. Acolchamiento de suelos con polietileno [documento en línea]. España:2001. Disponible en:
<www.agrotterra.com/profesionales/articulos.asp?idartículo=180>

⁵⁷CONTE, Viano. Ecología. Escuela Modelo DEVON [documento en línea]. España:2002. Disponible en:
<www.escueladevon.com/tp/ecologia/terra.html>

⁵⁸CEPLA, Op cit., 2002.

⁵⁹QUEZADA, Op cit., 2002.

⁶⁰PLANTHOGAR, Op cit., 2002.

vectores de virus”⁶¹. De la misma forma, “la práctica del acolchado mejora el crecimiento de raíces con mayor desarrollo lateral, pues la planta no necesita penetrar profundamente en el suelo, debido a la mayor humedad”⁶².

“Los beneficios de los acolchados plásticos son: incremento en los rendimientos, cosechas precoces, cosechas de mayor calidad, ahorro de mano de obra y ahorro de agua, fertilizantes y plaguicidas, principalmente”⁶³.

PLANTHOGAR⁶⁴; QRO⁶⁵; & Lamount⁶⁶; afirman que el efecto más importante que proporciona el acolchado con plástico negro opaco, es la eliminación total de las malas yerbas, esto trae como consecuencia un mejor aprovechamiento de nutrientes y humedad del suelo por el cultivo, con lo que se obtiene un aumento en el rendimiento.

López *et al*⁶⁷, reportan que:

En el cultivo de la sandía se utiliza mucho el acolchado. Los plásticos dentro de este sistema de producción juegan un papel muy importante para la eficiencia y la rentabilidad. El empleo del acolchado plástico permite la modificación tanto de la luminosidad como de la temperatura, reduce el ciclo del cultivo, disminuye la lixiviación de los elementos fertilizantes, reduce la pérdida de frutos por pudriciones debidas a hongos del suelo e incrementan el rendimiento del cultivo, entre otros.

⁶¹ALAMO, M. y TABARES, J. M. Experimentación en pepino: Material vegetal y prácticas culturales [documento en línea]. Gran Canaria:2001. Disponible en: <www.e-campo.com/sections/7EDE989969506/>

⁶²MIYAZAKI, Op cit. 2001.

⁶³QUEZADA, Op cit., 2002.

⁶⁴PLANTHOGAR, Op cit., 2002.

⁶⁵QRO, Op cit., 2003.

⁶⁶LAMOUNT, Op cit., 2003.

⁶⁷LOPEZ, Elías J., *et al*. Evaluación de dos coeficientes de tina en sandía (*Citrus lanatus* (Thunb), Matsun & Nakai), CV. Sangría bajo acolchado plástico [documento en línea]. México:1999. Disponible en: <www.chapingo.mx/anei/ix-congreso/indice1.htm>

INFOAGRO⁶⁸, asegura que:

El acolchado con una lámina plástica (polietileno negro), es una técnica muy empleada en las áreas productoras de papa extratemprana. Primero se prepara el terreno y se surca, a continuación se cubre con plástico negro; seguidamente se procede a la siembra manual empleando una herramienta que agujerea el plástico y hace un pequeño hoyo donde se introduce la papa de siembra.

Hewninger; Gugumbus y Compte⁶⁹, señalan que:

El fuerte crecimiento experimentado por el acolchado en suelos de España en los últimos años es debido, fundamentalmente, a las grandes superficies de algodón en las que se aplican plásticos. Se considera que el 80% de las hectáreas destinadas a este cultivo en Andalucía se acolcha con polietileno lineal de 12 μ y de 0,70 m de ancho. Esto supone alcanzar la cifra de 50.000 a 55.000 hectáreas, lo que equivale al 50% del total de la superficie de España.

Los mismos autores⁷⁰, reconocen que:

En el acolchado de melón y tomate se emplean films de polietileno normal o con mezclas de lineal, con espesores de 25 a 40 μ , esto representa por hectárea 100 a 120 kg. En el cultivo del espárrago del que hay en España unas 6.000 a 7.000 hectáreas acolchadas, están utilizando films de polietileno normal de 50 a 60 μ de espesor y de 1,50 m de ancho. El consumo por hectárea es de 400 kg.

“Otros cultivos de gran extensión de acolchados son melón y sandía con 40.000 hectáreas y el fresón con 7.500 hectáreas, para ellas se usan

⁶⁸INFOAGRO (INSTITUTO DE FOMENTO AGRICOLA). El cultivo de la patata [documento en línea]. España:2002. Disponible en: <www.infoagro.com/hortalizas/patata5.asp>

⁶⁹HEWNINGER F.; GUGUMBUS F. y COMPTE J. Características de los plásticos utilizados en la protección de cultivos [documento en línea]. España:2001. Disponible en: <www.ediho.es/horticom/tem_aut/plastic/invernad.html>

⁷⁰Ibid, 2001.

films de polietileno baja densidad o mezcla con polietileno lineal, con espesores que varían entre 30 y 50 μ y anchos entre 1,3 y 1,5 m y color negro⁷¹. "Entre los inconvenientes de esta técnica se destacan tanto el costo del plástico como la mano de obra necesaria"⁷².

Melgares de Aguilar⁷³, reporta los resultados de un ensayo de acolchado con PE negro (59,2 cm), PE transparente (68,3 cm) y testigo (47,7 cm) en el cultivo de acelga donde se midieron las plantas desde el punto de corte hasta el ápice la hoja más larga. El mismo autor, dice que: "El aumento de la precocidad, el peso y el tamaño de la planta han sido muy significativos respecto a las parcelas testigo cultivadas sin acolchado"⁷⁴.

Por su parte Lamount⁷⁵, reporta aumentos en los rendimientos de variedades de papa sembradas bajo plasticultura; de igual manera TPAGRO⁷⁶, asegura que en el cultivo de la papa empleando la técnica del acolchado y la combinación de diversas variables los rendimientos aumentan entre 2 y 12 veces comparados con cultivos sin la aplicación de las técnicas de acolchado.

Gómez⁷⁷, sostiene que:

El periodo vegetativo de las variedades que cultiva actualmente el agricultor varía entre 5-7 meses, sería beneficioso el poder contar

⁷¹MARCO, Ignacio. Situación de la plasticultura Española [documento en línea]. España:2001. Disponible en:
<www.ediho.es/horticom/tem-aut/plastic/plaeso.html>

⁷²INFOAGRO, Op cit., 2002.

⁷³MELGARES de AGUILAR, Javier. Acolchado en cultivo de acelga, efectos sobre la precocidad y desarrollo [documento en línea]. Murcia, España:2002. Disponible en:
<www.terra.es/personal8/ocamurcia/acelga.htm>

⁷⁴Ibid, 2002.

⁷⁵LAMOUNT, Op cit., 2003.

⁷⁶TPAGRO. Acolchamiento de suelos con polietileno [documento en línea]. España:2002. Disponible en:
<www.tpagro.com/nuevo/mulch.html>
<www.planthogar.net/releases/8583243670.htm>

⁷⁷GÓMEZ, Pedro León. Mejoramiento de la papa. En: Manual de papa. No. 130, (noviembre-diciembre, 1997). p. 39.

con variedades cuyo periodo vegetativo fuese 4–4½ meses, ya que disminuiría los costos de producción y estarían los cultivos menos expuestos a las bajas temperaturas; además el agricultor podría disponer del lote en que sembró la papa para otro cultivo de rotación en ese mismo año.

1.2.3 Acochado en papa. Seymour⁷⁸, asegura que:

La papa necesita mucho espacio subterráneo y los tubérculos se ponen verdes si permanecen expuestos a la luz durante uno o dos días, en cuyo caso son amargos y pierden su calidad. Esto se debe a que producen una toxina llamada solanina; lo normal es pues, aporcarlas o subir la cama donde se siembran con polietileno negro.

El mismo autor⁷⁹, manifiesta que la papa no se debe enterrar demasiado profundo, utilizando acolchado con PE se debe sembrar a 0,10 m de profundidad, con una distancia entre surcos de 0,60 m a 0,70 m y una separación de 0,30 m entre hileras.

Al soboh⁸⁰, afirma que:

El uso de plástico para cubrir camas donde se siembra papa asegura una temperatura ideal del suelo para un proceso de tuberización exitoso (15–18°C), una temperatura fresca durante la noche es importante porque influye en la acumulación de carbohidratos y materia seca de los tubérculos, la tuberización se retarda si la temperatura está por encima de 20°C y se inhibe totalmente si es mayor de 30°C.

Lamount⁸¹ reporta datos de temperatura cuando se produce papa utilizando plasticultura:

⁷⁸ SEYMOUR, John. Supervivencia [documento en línea]. Cap. 2. Todo sobre la papa. Tomado de: El horticultor autosuficiente. Ed. Blume. España:2002. Disponible en: <<http://www.alacumbre.com/si/libros/revistas/crisis-que-crisis/numero-1/papa-cultivos.html>>

⁷⁹ Ibid, 2002.

⁸⁰ AL SOBOH, Op cit., 2000.

⁸¹ LAMOUNT, Op cit., 2003.

Realizadas las mediciones de temperatura al medio día, con cielo despejado y una temperatura ambiente de 23,3°C, utilizando un termómetro colocado 0,10 m de profundidad, en camas con y sin plástico e hileras con y sin cobertura, los resultados fueron los siguientes: Temperatura para camas con hileras sin cobertura: plástico rojo: 22,2°C, plástico negro: 22,2°C, plástico plateado: 20,5°C, sin plástico: 21,6°C; y para camas con hileras más cobertura: plástico rojo: 25,5°C, plástico negro: 26,6°C, plástico plateado: 22,7°C, sin plástico: 25°C. (Datos tomados durante el mes de mayo).

“No parece existir una correspondencia entre el incremento de la producción y el crecimiento de la plata. El rendimiento de las variedades sembradas bajo plasticultura fue mayor cuando se cultivaron con suelo descubierto y en todos los casos recibieron irrigación por goteo, luego, la respuesta en producción es principalmente el resultado de la acción del plástico”⁸².

“El aumento de temperatura del suelo acrecentó el número de tubérculos por planta, para las variedades Red Pearl 375 tubérculos por 30 plantas (12,5 tubérculos por planta), Eva Yield 310 tubérculos por 30 plantas (13,6 tubérculos por planta) y Michigan Purple Yield 290 tubérculos por 30 plantas (9,8 tubérculos por planta)”⁸³.

⁸²LAMOUNT, Op cit., 2003.

⁸³Ibid, 2003.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo se realizó en el C.I. Botana de la Universidad de Nariño que según Estrada⁸⁴, está situado a una altura de 2.760 msnm; con una temperatura media anual de 12°C y una precipitación promedio anual de 900mm. Según la clasificación de Holdridge, la zona pertenece al bosque húmedo Montano bajo (bh-Mb).

2.2 ÁREA EXPERIMENTAL

Se utilizó un lote con una extensión de 2.400 m² (80 m de largo por 30 m de ancho). El área del terreno se dividió en dos parcelas de 1.200 m² (40 m de largo por 30 m de ancho), entre cada parcela se dejó una separación de 1,50 m. Para la evaluación, en la mitad del área se utilizó el sistema de acolchado con plástico negro Agromulch y en la otra, el sistema tradicional de siembra de papa (testigo).

De acuerdo con el ICA⁸⁵, el suelo utilizado en la investigación presentó una textura arcillo-arenosa, una reacción casi neutra (pH 6,6), el contenido de boro era bajo (0,15 ppm), con una CIC considerada como media (18,8 meq/100 g), al igual que el contenido en materia orgánica (6,1 %). El contenido de fósforo aprovechable (138 ppm), calcio (11,9 meq/100 g), magnesio (3,30 meq/100 g), potasio (0,98 meq/100 g), manganeso (7,92 ppm), cobre (2,40 ppm), y zinc (2,20 ppm), se consideraron altos. Ver análisis de suelos (Anexo B).

2.3 LABORES CULTURALES

2.3.1 Preparación del suelo. Se realizó una arada y una rastrillada. Para el lote acolchado el caballón tenía una altura de 0,50 m debido a que el surco se levantó antes de la colocación del plástico.

⁸⁴ESTRADA GARZON, Elías. Levantamiento detallado de la granja de Botana. Pasto, 1976, p 14. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

⁸⁵ICA (INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO). Fertilización e diversos cultivos quinta aproximación. Manual de asistencia técnica No. 25. ICA. Tibaitatá, Colombia:1992. 64 p.

2.3.2 Riego. En el lote en el cual se empleó el sistema de acolchado se utilizó cinta de riego por goteo que se colocó en el lomo del surco antes de cubrirlo con el plástico (Figura 1). En el lote testigo se usó riego por aspersión.

Figura 1. Sistema de riego por goteo utilizado en el lote acolchado sobre el lomo del surco.



2.3.3 Colocación del plástico. Una vez trazadas las melgas y levantada la cama, se cubrieron los surcos con plástico negro Agromoulch (Anexo A) de 1,20 m de ancho, cada franja fue anclada en los bordes con el mismo suelo. Una vez cubierto el surco con el plástico, éste se perforó cada 0,30 m de distancia (Figuras 2 y 3).

2.3.4 Siembra. La siembra se realizó de forma manual a una distancia entre sitios de 0,30 m en el lote acolchado y 0,40 m en el testigo (sistema de siembra tradicional) y de 1,20 m entre surcos en los dos tratamientos; como semilla se utilizó papa roja ICA Nariño.

2.3.5 Fertilización. 20 días antes de la siembra se aplicó 1,0 t/ha de cal dolomita (240 kg/2400 m²) en banda al fondo del surco. Al momento de la siembra de forma manual en cada sitio se aplicaron 108 kg de sulfato de amonio, 35 kg de superfosfato triple y 20 kg de cloruro de potasio para 2.400 m². A la floración se aplicó mediante aspersiones

foliares con bomba espaldera, Nutrifoliar completo en dosis de 1,5 L/ha. La fertilización se realizó de acuerdo al análisis de suelos[♦] (Anexo B).

Figura 2. Caballón cubierto con plástico Agromoulch antes de hacer las perforaciones para sembrar el tubérculo semilla.



2.3.6 Desyerba y aporque. En el área acolchada, antes de la colocación del plástico y la siembra se levantó la cama y quedó a 0,50 m de altura. Para el área sin acolchar se realizó una desyerba manual con azadón a los 30 días después de la siembra y el aporque se realizó a los 45 días.

2.3.7 Control de plagas y enfermedades. Para control preventivo de la gota de la papa (*Phytophthora infestans*) se hicieron aplicaciones periódicas cada 15 días con Manzate 200 (Mancozeb) en dosis de 0,5 kg/ha. Para el control preventivo de gusano blanco (*Premnotrypex vorax*) se realizaron tres aplicaciones durante el cultivo (al momento de la siembra, a los 45 y a los 90 días después de la siembra) de Furadan, en dosis de 1 L/ha. Para las plagas del follaje se utilizó como control

[♦] Entrevista con Hugo Ruiz, I.A., M.Sc. Profesor Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto:2004.

Chlorpyriphos agrogen, el cual se aplicó conjuntamente con el Mancozeb, en dosis de 1 L/ha.

2.3.8 Cosecha. La cosecha se hizo de forma manual a los 135 días en el sistema acolchado y a los 190 días en el sistema tradicional, cuando la parte aérea del cultivo estuvo completamente seca.

Figura 3. Perforación del plástico Agromoulch antes de la siembra de la semilla de papa en un lote acolchado – C.I. Botana.



2.4 VARIABLES EVALUADAS

2.4.1 Días a emergencia. De acuerdo con la metodología aplicada por Gaitán y González⁸⁶, se contabilizaron los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando emergieron aproximadamente el 50% de las plantas en cada unidad experimental.

2.4.2 Días a floración. Según los mismos autores⁸⁷, se contabilizaron los días transcurridos desde que se realizó la siembra hasta cuando los lotes presentaron aproximadamente el 50% de plantas florecidas.

⁸⁶GAITÁN, A. P. y GONZALES, M.P. Análisis de crecimiento y desarrollo para cuatro variedades de papa *Solanum tuberosum* bajo condiciones de la sabana de Bogotá. Bogotá:1999. p. 44. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Programa de Agronomía.

⁸⁷Ibid, 44.

2.4.3 Número de tallos aéreos por planta. De acuerdo con Garzón y Santacruz⁸⁸, se tomaron 40 plantas al azar en cada lote y se contó el número de tallos principales y/o laterales cuando las plantas tuvieron 10–15 cm de altura.

2.4.4 Altura de plantas. Según los mismos autores⁸⁹, a los 45 días después de la siembra antes del aporque se tomaron 40 plantas al azar en cada lote y se midió su altura.

2.4.5 Número de tubérculos. Al momento de la cosecha se contabilizó el número de tubérculos y se clasificaron por categorías, según los parámetros propuestos por Pérez⁹⁰ (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación comercial de tubérculos de papa.

TAMAÑO	PESO APROXIMADO (g)
CERO	Mayor de 150
PRIMERA	80 – 150
SEGUNDA	40 – 80
TERCERA	20 – 40
CUARTA	Menor de 20

Fuente: Pérez, Edmundo. 1977

2.4.6 Rendimiento. Se cosecharon en cada lote los 10 surcos centrales y se tomó en cada uno 5 m lineales, la producción total se elevó a toneladas por hectárea (t/ha).

2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El efecto de los dos tratamientos considerados (sistema tradicional y sistema acolchado con plástico negro Agromulch), se evaluó de acuerdo a la prueba de comparación de promedios *t de student* descrita por Legarda; Lagos y Vicuña⁹¹.

⁸⁸GARZON CALPA, John y SANTACRUZ GOMEZ, Oscar Giovanni. Respuesta del cultivo de la variedad de papa parda pastusa (*Solanum tubersum* L.), a la aplicación de aminoles en el departamento de Nariño. Pasto:1997. p. 24. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

⁸⁹Ibid, 24.

⁹⁰PÉREZ, Op cit., 85.

⁹¹LEGARDA, Lucio; LAGOS, Tulio y VICUÑA, Luís Eduardo. Diseño de experimentos agropecuarios. Editorial Universitaria. Universidad de Nariño. Pasto:2001. 262 p.

2.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se hizo el análisis del presupuesto total teniendo en cuenta el rendimiento promedio, estimación del precio de campo, ingreso bruto e identificación de costos presentados para el año 2003.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DÍAS A EMERGENCIA

Figura 4. Planta de papa emergida en los lotes testigo tradicional con suelo descubierto y Acolchado – C.I. Botana.



El lote donde se utilizó el sistema acolchado presentó aproximadamente un 50% de emergencia a los 29 días después de la siembra, en tanto que en el lote donde se sembró la papa con el sistema tradicional, la

emergencia se presentó a los 38 días (Figura 4). Estos resultados están relacionados con el mecanismo que controla el período de reposo y brotación que se asume esta sujeto al balance hormonal, donde el ABA (ácido abscísico), inhibe la brotación y el GA (ácido giberélico), estimula el crecimiento longitudinal del brote tal como lo manifiestan Alvarado (1979); & Luján (1991); citados por Valbuena⁹². Este efecto se vio estimulado por los beneficios obtenidos de la utilización del sistema acolchado, según Miyazaki⁹³; INFOAGRO⁹⁴; & Quezada⁹⁵ al permitir conservar la humedad del suelo, consiguiendo que el agua permanezca disponible y el cultivo mantenga una alimentación regular y constante. Además de generar un microclima evitando el enfriamiento excesivo del suelo, principalmente, en las horas de la noche de acuerdo con Henao⁹⁶; Miyazaki⁹⁷; & Quezada⁹⁸.

Al respecto, Pérez sostiene que: "La temperatura acelera en el cultivo de la papa la germinación cuando es mayor de 15°C o la retarda cuando es menor de 4°C"⁹⁹; lo cual puede explicar los 9 días de anticipación con que el lote acolchado germinó, donde la temperatura osciló entre 17 y 21°C; con respecto al lote testigo que presentó temperaturas entre 17 y 19°C.

Por otra parte, Varas *et al*, manifiestan que: "Niveles bajos de humedad en el suelo, perjudican el desarrollo adecuado del cultivo de papa"¹⁰⁰; al parecer la disminución de la evaporación en el suelo mantiene una humedad óptima en él; éste es un factor susceptible de ser controlado con el uso del plástico Agromoulch. Miyazaki, afirma que: "La práctica

⁹²VALBUENA, Op cit., 49.

⁹³MIYAZAKI, Op cit., 2001.

⁹⁴INFOAGRO, Op cit., 2002.

⁹⁵QUEZADA, Op cit., 2002.

⁹⁶HENAO, Op cit., 2001.

⁹⁷MIYAZAKI, Op cit., 2001.

⁹⁸QUEZADA, Op cit., 2002.

⁹⁹PÉREZ, Edmundo. Prácticas culturales. Brotación. En: Manual de papa. No. 130, (noviembre-diciembre, 1997). p 44.

¹⁰⁰VARAS, Edmundo *et al*. Frecuencia de riego en papas. Revista Tierra adentro No. 4, (octubre-noviembre, 1995). p 46.

del acolchado mejora el crecimiento de raíces con mayor desarrollo lateral, pues la planta no necesita penetrar profundamente en el suelo debido a la mayor humedad”¹⁰¹.

Según lo observado, la utilización del Agromoulch aumentó la velocidad de germinación y favoreció la emergencia del cultivo de papa, bajo las condiciones de suelo y clima estudiados.

3.2 DÍAS A FLORACIÓN

Con la utilización del sistema acolchado se presentó más del 50% de plantas florecidas a los 56 días después de la siembra; las plantas del lote testigo florecieron en la misma proporción a los 86 días.

Con la utilización del sistema acolchado, se observó un adelanto en la floración de 30 días respecto al sistema tradicional de siembra de papa, al respecto Montaldo¹⁰²; & PORTALAGRARIO¹⁰³; manifiestan que la papa florece en mayor cantidad cuando los días son largos y que esta condición puede ser modificada por la temperatura, situación que se pudo observar en el sistema acolchado debido a que con el uso del plástico se aumentó la temperatura del suelo y se mantuvo la humedad en el espacio de la rizosfera; además, Henao¹⁰⁴; & Conte¹⁰⁵; sostienen que el plástico actuó como una barrera de separación entre el suelo y el ambiente para amortiguar los efectos negativos como bajas temperaturas y falta de disponibilidad de agua en el suelo por la acción de agentes atmosféricos, los cuales reducen la calidad de los frutos, resecan el suelo, enfrían la tierra y arrastran los fertilizantes, además protege los frutos delicados del contacto directo con el suelo, evitando que se ensucien o se pudran.

¹⁰¹MIYAZAKI, Op cit., 2001.

¹⁰²MONTALDO, Op cit., 56.

¹⁰³PORTALAGRARIO. Papa. Indicadores básicos del cultivo. [documento en línea]. Perú:2003. Disponible en:
<www.portalagrario.gob.pe/papa.shtml>

¹⁰⁴HENAO, Op cit., 2001.

¹⁰⁵CONTE, Op cit., 2001.

Figura 5. Planta de papa florecida en sistema acolchado y testigo tradicional con suelo descubierto – C.I. Botana.



Resultados similares a los encontrados en esta investigación son reportados por Augusto, Costa, Duringan y Campos¹⁰⁶, donde se manifiesta que el acolchado provocó un efecto altamente positivo tanto en el crecimiento vegetativo del cultivo de piña, como en el porcentaje de diferenciación floral, constatándose con su uso una reducción de los

¹⁰⁶AUGUSTO, Jairo; COSTA, Aloisio; DURINGAN, José Fernando y CAMPOS, Samira Miguel. Efecto del acolchado en el desarrollo de la piña (*Ananas comosus* L. Merrill) Cv. Smooth cayene. Taiacu. Sao Paulo:1990. En Congreso Internacional de plásticos en la agricultura [documento en línea]. Disponible en: <www.ediho.es/horticom/tem_aut/plastic/congreso2.html>

días en el ciclo total que resultó de 85 días y un aumento de 11,62% en el rendimiento final (t/ha).

3.3 NÚMERO DE TALLOS AÉREOS POR PLANTA

Los resultados de esta variable se encuentran consignados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Número de tallos principales y laterales por planta de papa obtenidos con el sistema de acolchado y en el sistema tradicional (testigo).

LOTE ACOLCHADO								LOTE TESTIGO							
M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N
1	6	11	4	21	8	31	5	1	4	11	2	21	3	31	3
2	8	12	6	22	7	32	8	2	3	12	2	22	3	32	2
3	8	13	4	23	5	33	5	3	3	13	2	23	3	33	3
4	6	14	8	24	8	34	8	4	3	14	3	24	2	34	4
5	4	15	5	25	5	35	7	5	2	15	2	25	4	35	2
6	7	16	5	26	7	36	5	6	2	16	2	26	2	36	2
7	8	17	8	27	8	37	4	7	3	17	3	27	2	37	4
8	4	18	4	28	4	38	8	8	2	18	2	28	4	38	4
9	5	19	5	29	5	39	5	9	3	19	2	29	2	39	4
10	5	20	4	30	5	40	7	10	2	20	2	30	2	40	2
Promedio = 5,95								Promedio = 2,65							

M: Muestra – planta de papa

N: Número de tallos por planta

De acuerdo con la prueba de comparación de promedios *t de student* se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,01$), entre el valor obtenido en el lote donde se utilizó el sistema de acolchado con un promedio de 5,95 tallos por planta y el testigo (sistema tradicional de cultivo) con 2,65 tallos por planta (Anexo C).

Los resultados encontrados están relacionados con los beneficios que presenta el uso de acolchado reportados por Miyasaki¹⁰⁷; CEPLA¹⁰⁸; Quezada¹⁰⁹; & PLANTHOGAR¹¹⁰; al permitir una mejor retención y distribución de la humedad del suelo, incrementar su temperatura y mejorar la utilización de los abonos aplicados. Si bien "el número de tallos por planta es una característica inherente a la calidad de la semilla

¹⁰⁷MIYAZAKI, Op cit., 2001

¹⁰⁸CEPLA, Op cit., 2002.

¹⁰⁹QUEZADA, Op cit., 2002.

¹¹⁰PLANTHOGAR, Op cit., 2002.

(tamaño del tubérculo y sanidad), a la edad de la planta y la fertilidad del suelo"¹¹¹; según Luján, "con una temperatura mínima nocturna entre 12 y 18°C, una distribución eficiente de humedad y adecuada nutrición de las plantas, es posible incrementar la producción tanto de follaje, como de tallos y tubérculos"¹¹². Además, con la utilización del Agromoulch "se obtiene una protección física sobre el tubérculo-semilla y posteriormente, un efecto positivo sobre las condiciones edafoclimáticas que afectan el normal desarrollo del cultivo"¹¹³.

Peña¹¹⁴, manifiesta que:

La densidad de tallos afecta el rendimiento, al existir menor competencia entre tallos, cuando hay menor densidad, se obtiene un número grande de tubérculos por tallo, pero disminuye el número de tubérculos por unidad de área. Por otro lado cuando hay aumento en la densidad de tallos aumenta la competencia, disminuye el número de tubérculos por tallo, pero aumenta, generalmente, el número de tubérculos por unidad de área.

En el sistema acolchado con Agromoulch se obtuvo el mayor número de tallos por planta y por consiguiente la probabilidad de obtener mayores rendimientos por unidad de área en comparación con el sistema tradicional del cultivo (testigo).

Por otra parte, el promedio bajo de tallos por planta en el lote testigo (11,92) puede deberse a la disminución de la temperatura en las noches y al efecto directo de condiciones climáticas adversas directamente sobre el suelo, donde se deposita la semilla. Según el CEPLA¹¹⁵; Quezada¹¹⁶; & PLANTHOGAR¹¹⁷, el acolchado tiene efectos favorables sobre el suelo como: la conservación de humedad, mejor utilización de

¹¹¹GARZÓN y SANTACRUZ, Op cit., 29.

¹¹²LUJÁN, Op cit., 21.

¹¹³INTA, Op cit., 1991.

¹¹⁴ PEÑA V. Luis Alberto. Fisiología y manejo de tubérculos. Semilla de papa. [documento en línea]. CORPOICA – Obonuco. Pasto:2003. Disponible en: www.redepapa.org/fisiologiared.html

¹¹⁵CEPLA, Op cit., 2002.

¹¹⁶QUEZADA, Op cit., 2002.

¹¹⁷PLANTHOGAR, Op cit., 2002.

abonos, protección a la germinación de las plantas y eliminación de malas yerbas.

3.4 ALTURA DE PLANTAS

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de esta variable, los cuales muestran una variación de 25,37 y 11,92 cm.

En el Anexo D, se observa que la mayor altura promedio de 25,37 cm por planta se presentó con la utilización del Agromoulch, el cual presentó diferencias estadísticas con la altura de plantas obtenida en el sistema tradicional de cultivo (testigo), con una altura promedio de 11,92 cm por planta.

Montaldo, menciona que: "El alargamiento de tallos de papa es nulo a 6°C, lento de 6–9°C y óptimo al llegar a 18°C"¹¹⁸; de acuerdo con lo anterior, se puede asegurar que el aumento de la temperatura por acción del plástico Agromoulch, permite que los tallos se alarguen de forma eficiente.

Cuadro 3. Altura de plantas de papa (cm), obtenido en el sistema de acolchado y el sistema tradicional (testigo).

LOTE ACOLCHADO								LOTE TESTIGO							
M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N
1	15	11	23	21	26	31	28	1	6	11	10	21	12	31	14
2	16	12	23	22	26	32	28	2	6	12	10	22	13	32	14
3	18	13	24	23	26	33	29	3	7	13	10	23	13	33	14
4	19	14	24	24	26	34	29	4	8	14	11	24	13	34	15
5	20	15	25	25	26	35	30	5	8	15	11	25	13	35	15
6	20	16	25	26	27	36	30	6	8	16	11	26	13	36	15
7	22	17	25	27	27	37	31	7	9	17	11	27	14	37	16
8	22	18	25	28	27	38	31	8	9	18	12	28	14	38	16
9	23	19	26	29	28	39	33	9	9	19	12	29	14	39	17
10	23	20	26	30	28	40	35	10	10	20	12	30	14	40	18
Promedio = 25,37								Promedio = 11,92							

M: Muestra – planta de papa

N: Altura de plantas (cm)

En otros cultivos, Melgares de Aguilar¹¹⁹, reporta los resultados de un ensayo de acolchado con plástico negro, plástico transparente y testigo, en el cultivo de la acelga, donde se midieron las plantas desde el punto

¹¹⁸MONTALDO, Op cit., 51.

¹¹⁹MELGARES DE AGUILAR, Op cit., 2002.

de corte hasta el ápice de la hoja más larga; los mayores resultados se obtuvieron con el plástico transparente (68,3 cm) y negro (59,2 cm), mientras que el testigo solamente permitió una altura de 47,7cm.

3.5 NÚMERO DE TUBÉRCULOS

Al realizar la prueba de *t de student* (Anexo E), se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,01$) entre el número de tubérculos por planta obtenido en el sistema de acolchado con un promedio de 225,5 tubérculos por planta y el sistema tradicional en el cual el número promedio de tubérculos por planta fue de 69.

En los Cuadros 4 y 5 se observan los resultados obtenidos al evaluar ésta variable. En general, el número de tubérculos obtenidos en el sistema de acolchado se triplicó en todas las clases evaluadas comparado con el valor obtenido en el sistema tradicional de cultivo.

El mantener una humedad cercana a la capacidad de campo y permanente en el suelo, tal como la que se consigue con la utilización de Agromoulch, es importante ya que según Valbuena¹²⁰, el manejo del agua durante la iniciación del tubérculo y el llenado del mismo ayuda al desarrollo del cultivo. 80–90% de disponibilidad de agua en el suelo durante el comienzo del crecimiento y ensanchamiento del tubérculo favorece el crecimiento rápido de la planta; durante esta última fase las células del tubérculo se expanden con acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos. De igual manera, en AGRARIAS, se menciona que: “La papa es sensible al déficit hídrico influyendo significativamente en el número de tubérculos por planta”¹²¹.

De otra parte, la utilización del acolchado permitió un incremento en la temperatura del suelo (18,8°C en condiciones de Botana); al respecto Al Soboh *et al*, afirman que: “La temperatura ideal del suelo para que el proceso de tuberización sea exitoso es de 15–18°C”¹²².

¹²⁰VALBUENA, Op cit., 40-43.

¹²¹AGRARIAS. Labores de cultivo. Requerimiento de agua. [documento en línea]. Universidad autónoma de Chile. Chile:2003. Disponible en: <www.agrarias.uach.cl/webpapa/pag12.html>

¹²²AL SOBOH *et al*, Op cit., 2000.

Cuadro 4. Número de tubérculos por categoría obtenidos en el lote sembrado con el sistema tradicional (testigo).

NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR CLASE						
MUESTRA	CERO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	Σ
1	4	9	9	11	43	76
2	3	7	9	14	26	59
3	3	6	9	13	25	56
4	2	7	15	10	22	56
5	4	6	9	11	40	70
6	4	4	16	19	36	79
7	8	6	11	7	25	57
8	2	9	10	13	25	59
9	1	1	7	20	43	72
10	7	5	14	26	54	106
Σ	38	60	109	144	339	690
X	3,8	6	10,9	14,4	33,9	69

Cuadro 5. Número de tubérculos por categoría obtenidos en el sistema de acolchado, con la utilización de Agromoulch.

NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR CLASE						
MUESTRA	CERO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	Σ
1	12	16	38	52	107	225
2	14	12	28	50	195	299
3	8	10	38	43	130	229
4	6	15	46	47	151	265
5	9	14	48	40	138	249
6	17	24	62	30	95	228
7	4	13	50	43	151	261
8	10	20	31	36	65	162
9	9	12	27	33	114	195
10	3	8	26	23	82	142
Σ	92	144	394	397	1228	2255
X	9,2	14,4	39,4	39,7	122,8	225,5

Según los resultados encontrados, la protección del cultivo con acolchado plástico, el aumento de temperatura y la conservación de humedad, incrementaron las producciones de papa por clases evaluadas (Cuadros 4 y 5); de igual manera, el mayor número de tallos por planta encontrados en el sistema acolchado, influyó en el mayor número de tubérculos clase 3 y 4, que no presentan valor comercial; al respecto

Peña¹²³; & AGRARIAS¹²⁴, manifiestan que una alta densidad de tallos aumenta el número de tubérculos, pero reduce su tamaño, por lo cual se debe buscar una relación óptima. En la misma dirección, se asegura que: "A mayor número de brotes, mayor número de tallos principales, mayor competencia dentro de la planta, mayor número de tubérculos por planta, pero de peso menor"¹²⁵.

El mayor número de tubérculos por planta en el lote acolchado, aunque de peso menor, puede ser favorable debido a la disminución del ciclo de vida del cultivo. Según Gómez¹²⁶:

El periodo vegetativo de las variedades que cultiva actualmente el agricultor varía entre 5 y 7 meses, sería beneficioso poder contar con variedades cuyo periodo vegetativo fuese 4-4½ meses, ya que disminuiría los costos de producción y estarían los cultivos menos expuestos a las bajas temperaturas, además el agricultor podría disponer del lote en que sembró la papa para otro cultivo de rotación en ese mismo año.

De esta forma nos damos cuenta que el sistema acolchado produce beneficios en la disminución del ciclo total de vida del cultivo, factor importante para el agricultor.

3.6 RENDIMIENTO

Los resultados de esta variable se encuentran consignados en el Cuadro 6.

Los rendimientos obtenidos en el lote acolchado fueron de 100,3 kg/1200 m² y en el lote testigo de 31,04 kg/1200 m². El rendimiento total obtenido corresponde a 16,71 t/ha y 5,17 t/ha en los tratamientos acolchado con plástico negro Agromoulch y el testigo respectivamente.

¹²³PEÑA, Op cit., 2003.

¹²⁴AGRARIAS. Plantación. Densidad de población. [documento en línea]. Universidad Autónoma de Chile. Chile:2003. Disponible en: <www.agrarias.uach.cl/webpapa/pag10.html>

¹²⁵Ibid, 2003.

¹²⁶GÓMEZ, Op cit., 39.

La prueba de comparación de medias *t de student* mostró diferencias estadísticas ($p < 0,01$), a favor del cultivo acolchado (Anexo K).

Cuadro 6. Rendimiento por tratamiento (kilogramos por muestra), en el cultivo de papa en los lotes acolchado y testigo tradicional con suelo descubierto.

MUESTRA	LOTE ACOLCHADO	LOTE TESTIGO
1	10,700	3,360
2	12,020	2,870
3	9,585	2,735
4	10,805	2,670
5	10,640	2,955
6	12,905	3,285
7	10,700	3,715
8	9,470	2,790
9	7,900	2,150
10	5,580	4,510
Total	100,305	31,040
t/ha	16,71	5,17

Los resultados encontrados concuerdan con lo que manifiesta Lamount¹²⁷, quien reporta aumentos en el rendimiento de variedades de papa sembradas bajo plasticultura, de igual manera TPAGRO, asegura que: "Según el cultivo, la técnica empleada y la combinación de las diversas variables, los rendimientos pueden aumentar entre 2 y 12 veces, comparados con cultivos sin la aplicación de las técnicas del acolchado"¹²⁸.

El aumento en el rendimiento se puede deber a que el plástico mantiene humedad adecuada al impedir la evaporación del agua del suelo. A propósito Al Soboh *et al* afirman que: "El rendimiento de la papa es alto cuando la humedad del suelo se mantiene en un 70% de su capacidad disponible"¹²⁹. Los mismos autores reportan que: "La irrigación frecuente al momento de la tuberización y una humedad adecuada proporcionan rendimientos altos, gran calidad de tubérculos y buen contenido de almidón"¹³⁰.

¹²⁷LAMOUNT, Op cit., 2003.

¹²⁸TPAGRO, Op cit., 2002.

¹²⁹AL SOBOH *et al*, Op cit., 2000.

¹³⁰Ibid, 2000.

La práctica del acolchado mejora el crecimiento de raíces con mayor desarrollo lateral, pues la planta no necesita penetrar profundamente en el suelo, debido a la mayor humedad del mismo. Según Miyazaki, "Con un mayor desarrollo de raíces se puede aprovechar mejor el agua por la planta y emplear mejor la fertilización de que dispone"¹³¹. De acuerdo con PLANTHOGAR¹³²; QRO¹³³; & Lamount¹³⁴; el efecto más importante que proporciona el acolchado con plástico negro opaco es la eliminación total de las malas yerbas, esto trae como consecuencia un mejor aprovechamiento de nutrientes y la humedad del suelo por el cultivo, con lo que se obtiene un aumento en el rendimiento.

3.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el cálculo de ingresos se consideró el valor del bulto de papa roja en el mercado y para los egresos se consideró el costo total de instalación del sistema acolchado por hectárea, el valor de los fertilizantes, empaques y transporte hasta el punto de venta.

En el lote acolchado el rendimiento fue de 100,3 kg. para el área muestreada, equivalente a 16,71 t/ha y en el lote testigo fue de 31 kg., equivalente a 5,17 t/ha. La producción del lote acolchado está cercana a la obtenida en Nariño según CEVIPAPA¹³⁵; & Benavidez y Rubio¹³⁶; en tanto que en el testigo está muy por debajo de los promedios nacionales.

Ingreso Bruto: Para el lote acolchado se obtuvo un rendimiento de 16,71 t/ha que multiplicado por el precio de venta (\$15000 bulto semestre B de 2003), da un ingreso bruto de: \$4.020.000.

En el lote sin acolchar se produjo 5,71 t/ha, que multiplicado por el precio de venta da un ingreso bruto de: \$1.245.000.

¹³¹MIYAZAKI, Op cit., 2001.

¹³²PLANTHOGAR, Op cit., 2002.

¹³³QRO, Op cit., 2003.

¹³⁴LAMOUNT, Op cit., 2003.

¹³⁵CEVIPAPA, Op cit., 2002.

¹³⁶BENAVIDEZ y RUBIO, Op cit., 20.

Costo por hectárea: Se tuvo en cuenta la mano de obra, insumos, transporte, empaques y costos indirectos para el lote testigo. En el lote acolchado se tuvieron en cuenta los costos de adecuación e instalación del plástico y el sistema de riego por goteo además de los costos ya mencionados.

El costo total para el área acolchada fue de \$4.803.112 y \$2.191.946 para el área sin acolchar. La diferencia que existe está dada por el costo del plástico Agromoulch y la instalación del sistema de riego localizado, así como la mano de obra para colocar el plástico e instalar el sistema de riego, mano de obra para la cosecha, número de empaques y transporte.

El sistema de riego por goteo se estima para una duración de 10 cosechas.

Costo promedio: El costo promedio es el cociente entre el costo total y el número de bultos obtenidos, de esta forma se obtiene el costo por bulto. El costo promedio para el lote acolchado fue de \$17.922 por bulto y para el lote testigo de \$26.408 por bulto. El costo por bulto fue menor en el lote acolchado debido al mayor rendimiento obtenido con el sistema acolchado.

Debido al alto costo de instalación de los sistemas acolchado y de riego localizado se obtuvo una rentabilidad negativa (-16,30%) de igual forma en el lote testigo por la baja producción la rentabilidad fue de -43,20%. El ingreso neto fue negativo en los dos tratamientos (-783.112 en el acolchado y -946.946 en el lote testigo), puesto que el precio que se obtuvo de \$15.000 por bulto y la baja producción no recompensaron la inversión hecha.

Cuadro 7. Presupuesto para el cultivo de papa tratamiento acolchado y testigo sin acolchar.

TRATAMIENTO	INGRESO BRUTO	COSTO POR HECTÁREA	INGRESO NETO	COSTO PROMEDIO	RENTABILIDAD
ACOLCHADO	4.020.000	4.803.112	-783.112	17.922	-16.30%
TESTIGO	1.245.000	2.191.946	-946.946	26.408	-43.20%

3.7.1 Análisis de sensibilidad de precios. El precio de venta fue de \$15.000 (septiembre de 2003), pero si el precio se modifica o sube como realmente sucede, los indicadores cambian radicalmente como se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Análisis de sensibilidad de precios para el cultivo de papa en los lotes acolchado y testigo tradicional con suelo descubierto.

TTO.	PRECIO	INGRESO BRUTO	COSTO POR HECTÁREA	INGRESO NETO	COSTO PROMEDIO	RENTABILIDAD
A	25.000	6.700.000	4.803.112	1.896.888	17.922	39,49%
T	25.000	2.075.000	2.191.946	-116.946	26.408	-5,33%
A	35.000	9.380.000	4.803.112	4.576.888	17.922	95,29%
T	35000	2.905.000	2.191.946	713.054	26.408	35,53

A: Sistema Acolchado

T: Testigo Tradicional

Cuadro 9. Costo total cultivo de papa en un lote con suelo descubierto (ha).

MANO DE OBRA	ESPECIFICACION	No.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Adecuación				120.000
Siembra	Jornal	4	10.000	40.000
Desyerba y aporque	Jornal	5	10.000	50.000
Cosecha	Jornal	6	10.000	60.000
Aplicación pesticidas	Jornal	3	10.000	30.000
Subtotal				300.000
INSUMOS				
Semilla	Bulto	20	20.000	400.000
Sulfato de Amonio	Bulto	11	35.000	385.000
Superfosfato triple	Bulto	4	45.000	180.000
Cloruro de Potasio	Bulto	2	34.000	68.000
Cal Dolomita	Bulto	20	7.500	150.000
Nutrifoliar completo	Litro	2	15.000	30.000
Furadán	Litro	1	32.500	32.500
Chlorpyriphos	Litro	1	23.500	23.500
Manzate 500 EG	Kilo	1	12.500	12.500
Subtotal				1.281.500
TRANSPORTE				
Producto al mercado	Bulto	83	2.000	166.000
Subtotal				166.000
EMPAQUES				
Empaque		83	800	66.400
Cabuya	Rollo	1	15.000	15.000
Subtotal				81.400
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamientos	Meses	7	50.000	350.000
Administración 5%				93.195
Interés anual 12%				234.851
Costo Total				2.191.946

Cuadro 10. Costo total cultivo de papa en un lote acolchado (ha).

MANO DE OBRA	ESPECIFICACION	No.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Adecuación				120.000
Siembra	Jornal	4	10.000	40.000
Desyerba y aporque	Jornal	5	10.000	50.000
Cosecha	Jornal	10	10.000	100.000
Aplicación pesticidas	Jornal	3	10.000	30.000
Subtotal				340.000
INSUMOS				
Semilla	Bulto	20	20.000	400.000
Sulfato de Amonio	Bulto	11	35.000	385.000
Superfosfato triple	Bulto	4	45.000	180.000
Cloruro de Potasio	Bulto	2	34.000	68.000
Cal Dolomita	Bulto	20	7.500	150.000
Nutrifoliar completo	Litro	2	15.000	30.000
Furadán	Litro	1	32.500	32.500
Chlorpiriphos	Litro	1	23.500	23.500
Manzate 500 EG	Kilo	1	12.500	12.500
Subtotal				1.281.500
TRANSPORTE				
Producto al mercado	Bulto	268	2.000	534.400
Subtotal				534.400
EMPAQUES				
Empaque		268	800	214.400
Cabuya	Rollo	1	15.000	15.000
Subtotal				229.400
OTROS				
Plástico Agromoulch	Rollo	10	120.000	1.200.000
Sistema de riego		1		300.000
Subtotal				1.500.000
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamientos	meses	5	50.000	250.000
Administración 5%				206.000
Interés anual 12%				521.047
Costo Total				4.803.112

CONCLUSIONES

El uso de acolchado con plástico negro disminuyó en 9 días la emergencia, en 30 días la floración y en un mes y medio el ciclo total de vida, en comparación con el sistema tradicional.

El número de tallos por planta fue mayor en el acolchado (5,95) y la altura de plantas (25,37 cm) con respecto al lote testigo, donde se obtuvo 2,65 tallos por planta y una altura de 11,92 cm. El rendimiento promedio en el lote acolchado fue de 16,71 t/ha y de 5,17 t/ha en el lote testigo.

El acolchado con polietileno negro Agromoulch, aumentó la productividad expresada como incremento en el número de tubérculos tamaño primera (92 tubérculos en el lote acolchado y 38 tubérculos en el lote testigo) y segunda (144 tubérculos en el lote acolchado y 60 tubérculos en el lote testigo) para el área estudiada.

RECOMENDACIONES

Evaluar el efecto del plástico negro y negro plateado Agromoulch sobre las características agronómicas de las diferentes variedades de papa en el departamento de Nariño.

Analizar el efecto del plástico Agromoulch sobre las condiciones físicas y químicas del suelo a largo plazo (5 años).

Utilizar el plástico negro Agromoulch para la producción de semilla gracias a la disminución del ciclo de vida el cultivo (4,5 meses).

BIBLIOGRAFÍA

AGRARIAS. Labores de cultivo. Requerimiento de agua. [documento en línea]. Universidad autónoma de Chile. Chile:2003. Disponible en: <www.agrarias.uach.cl/webpapa/pag12.html>

------. Plantación. Densidad de población. [documento en línea]. Universidad Autónoma de Chile. Chile:2003. Disponible en: <www.agrarias.uach.cl/webpapa/pag10.html>

ALAMO, M y TABARES, J. M. Experimentación en pepino: Material vegetal y prácticas culturales [documento en línea]. Gran Canaria:2001. Disponible en: <www.e-campo.com/sections/7EDE989969506/>

AL SOBOH, Ghassan *et al.* Mecanismos para incrementar el número de tubérculos. Australian Potato Research. Development and Technology Transference. [documento en línea]. Australia:2000. Disponible en: <www.redepapa.org/boletintreintaicuatro.html>

ALVARADO, Luis Felipe. Algunos aspectos fisiológicos sobre el crecimiento y desarrollo de la papa. En: El cultivo de la papa. Dirección de comunicación rural. Programa de tuberosas. No. 241. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Septiembre:1978. 676 p.

ANAIP (CONFEDERACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESARIOS DE PLÁSTICOS). Los plásticos, factor clave en el desarrollo social y material del ser humano [documento en línea]. El sector agrícola. Madrid, España:2001. Disponible en: <www.anaip.es/iinter-presentacion.html#int>

AUGUSTO, Jairo; COSTA, Aloisio; DURINGAN, José Fernando y CAMPOS, Samira Miguel. Efecto del acolchado en el desarrollo de la piña (*Ananas comosus* L. Merrill) Cv. Smooth cayene. Taiaçu. Sao Paulo:1990. En Congreso Internacional de plásticos en la agricultura [documento en línea]. Disponible en: <www.ediho.es/horticom/tem_aut/plastic/congreso2.html>

BARRERA, Luis Levi y TAMAYO, Álvaro. Establecimiento del cultivo. En: Manejo integrado del cultivo de la papa. Manual técnico. Tibaitatá, Colombia:2000. pp 87–110.

BELTRÁN, Vicente y PAZMIÑO, Carlos. Respuesta de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a la fertilización con elementos menores B, Cu, Mo y Zn, en un suelo de José María Hernández, municipio de Pupiales–Nariño. Pasto:1991. 67 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

BENAVIDEZ MONTENEGRO, Elio Javier y RUBIO VILLAREAL, Robert Josué. Respuesta de la papa *Solanum tuberosum* a la aplicación de una fuente de aminoácidos en la interacción con fertilización convencional vereda Los mayos – Guachucal Nariño. Pasto:1995. 89 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

CARVAJAL ROJAS, Guillermo Hernando *et al.* Aspectos generales del cultivo de la papa y sus sistemas de producción en Colombia. En: Manejo integrado del cultivo de la papa. Manual técnico. Tibaitatá, Colombia:2000. pp 19–38.

CEPLA (COMITÉ ESPAÑOL DE PLÁSTICOS EN AGRICULTURA). Aplicaciones de los plásticos en agricultura [documento en línea]. Aplicaciones agropecuarias: El acolchado. España:2002. Disponible en: <www.cepla.com/we104.html>

CEVIPAPA (CENTRO VIRTUAL DE INVESTIGACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA PAPA). Estadísticas [documento en línea]. Bogotá:2002. Disponible en: <www.cevipapa.org.co/body-estadisticas.html>

CONTE, Viano. Ecología. Escuela Modelo DEVON [documento en línea]. España:2002. Disponible en: <www.escueladevon.com/tp/ecologia/terra.html>

CUASTUMAL, Gladis y LASSO, Juan. Evaluación de la fertilización con micronutrientes en la calidad de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad diacol capiro, en los municipios de Pasto, Túquerres y Guachucal–Nariño. Pasto:2001. 89 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

DE SANZO *et al.* Claves para la germinación. [documento en línea]. Argentina:2003. Disponible en:
<www.autosuficiencia.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=107>

ESTRADA GARZON, Elías. Levantamiento detallado de la granja de Botana. Pasto:1976. 89 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

GAITÁN, A. P. y GONZALES, M.P. Análisis de crecimiento y desarrollo para cuatro variedades de papa *Solanum tuberosum* bajo condiciones de la sabana de Bogotá. Bogotá, 1999, 82 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Programa de Agronomía.

GARCÍA, Bernardo y PANTOJA, Carlos. Fertilización y manejo de suelos en el cultivo de papa en el departamento de Nariño. ICA. Regional No. 5. Pasto:1993. 55 p.

GARZON CALPA, John y SANTACRUZ GOMEZ, Oscar Giovanny. Respuesta del cultivo de la variedad de papa parda pastusa (*Solanum tuberosum* L.), a la aplicación de aminoles en el departamento de Nariño. Pasto:1997. 81 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

GÓMEZ, Pedro León. Mejoramiento de la papa. En: Manual de papa. No. 130, (noviembre-diciembre, 1997); pp. 35-40

GUERRERO, Ricardo. La fertilización del cultivo de la papa en Colombia. En: Memorias 7º curso d actualización sobre el cultivo de la papa. Fedepapa-ICA. Pasto, Colombia:1991. pp 92-138.

------. La fertilización de la papa en Colombia. Colección Pasto verde No 2. Monómeros Colombo-Venezolanos. Bogotá:1998. 26 p.

HENAO OSPINA, Ferley. Acolchamiento de suelos con polietileno [documento en línea]. España:2001. Disponible en:
<www.agroterra.com/profesionales/articulos.asp?idartículo=180>

HEWNINGER F; GUGUMBUS F y COMPTE J. Características de los plásticos utilizados en la protección de cultivos [documento en línea]. España:2001. Disponible en:

<www.ediho.es/horticom/tem_aut/plastic/invernad.html>

ICA (INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO). Fertilización e diversos cultivos quinta aproximación. Manual de asistencia técnica No. 25. ICA. Tibaitatá, Colombia:1992. 64 p.

INFOAGRO (INSTITUTO DE FOMENTO AGRICOLA). El cultivo de la patata [documento en línea]. España:2002. Disponible en:

<www.infoagro.com/hortalizas/patata5.asp>

INTA. Papa. (*Solanum tuberosum*), Climas y suelos. [documento en línea]. Tomado del libro: Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica:1991. Disponible en:

<www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/hortic/papa/emp/enfermedades2.htm>

LAMOUNT Jr. William James. Potatoes on plastic. Producción for direct marketing using plasticulture [documento en línea]. Penn State University. Pennsylvania:2003. Traducción Jorge Luís Alonso G. Disponible en:

<www.spudman.com/pages/issue02-01/02-01-plastic.html>

<www.agrohispana.com/escuela/verdoc.asp?documento=papa00oid-tema=114>

LEGARDA, Lucio; LAGOS, Tulio y VICUÑA, Luís Eduardo. Diseño de experimentos agropecuarios. Editorial Universitaria. Universidad de Nariño. Pasto:2001. 262 p.

LOPEZ, Elías J, *et al.* Evaluación de dos coeficientes de tina en sandía (*Citrus lanatus* (Thunb), Matsun & Nakai), CV. Sangría bajo acolchado plástico [documento en línea]. México:1999. Disponible en:

<www.chapingo.mx/anei/ix-congreso/indice1.htm>

LUJAN, Lauro. Ecología. En: Manual de papa. No. 130, (noviembre-diciembre, 1997); pp. 21-34.

MARCO, Ignacio. Situación de la plasticultura Española [documento en línea]. España:2001. Disponible en:

<www.ediho.es/horticom/tem-aut/plastic/plaeso.html>
MELGARES de AGUILAR, Javier. Acolchado en cultivo de acelga, efectos sobre la precocidad y desarrollo [documento en línea]. Murcia, España:2002. Disponible en:

<www.terra.es/personal8/ocamurcia/acelga.htm>

MERCHANCANO, José y GÓMEZ, R. Efectos de la aplicación de estiércol y N-P-K en la producción de la papa *Solanum tuberosum* L. y en algunas propiedades físicas y biológicas en un suelo del altiplano de Pasto. Pasto:1984. 156 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

MIYAZAKI, Silvia Susana. Proyecto de investigación UBACYT. En: *Ámbito financiero (suplemento agropecuario)*, [documento en línea]. Argentina:2001. Utilización de plásticos biodegradables. Disponible en: <www.agro.uba.ar/siav/not-tec/miyazaki.htm>

MONTALDO, Álvaro. Cultivo y mejoramiento de la papa: Serie de libros y materiales educativos. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. No. 54. San José, Costa Rica:1984. 706 p.

PEÑA V. Luis Alberto. Fisiología y manejo de tubérculos. Semilla de papa. [documento en línea]. CORPOICA – Obonuco. Pasto:2003. Disponible en:

<www.redepapa.org/fisiologiared.html>

PEREZ, Edmundo. Cosecha y clasificación. En: *Manual de papa*. No. 130, (noviembre-diciembre, 1997). pp. 84-87.

------. Prácticas culturales. Brotación. En: *Manual de papa*. No. 130, (noviembre-diciembre, 1997). pp. 41-48.

PLANTHOGAR. Acolchamiento de suelos con polietileno [documento en línea]. España:2002. Disponible en:

<www.planthogar.net/releases/8583243670.htm>

<www.tpagro.com/nuevo/mulch.html>

PORTALAGRARIO. Papa. Indicadores básicos del cultivo. [documento en línea]. Perú:2003. Disponible en:

<www.portalagrario.gob.pe/papa.shtml>

PQA (PRODUCTOS QUÍMICOS ANDINOS). Materias primas y productos: Líneas de productos, usos y aplicaciones. Primera edición. Bogotá:2001. 24 p.

QRO (CAMPUS QUERETARO). Generalidades del cultivo. Origen [documento en línea]. Universidad Tecnológica de Monterrey. México:2003. Disponible en:
<www.qro.itmes.mx/agronomia2/extensivos/Hmapa.html>

QUEZADA M, Rosario. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). Plásticos en la agricultura y selección de los materiales [documento en línea]. México:2002. Disponible en:
<www.geocities.com/capecanaveral/runway/8787/agropla.htm>

SEYMOUR, John. Supervivencia [documento en línea]. Cap. 2. Todo sobre la papa. Tomado de: El horticultor autosuficiente. Ed. Blume. España:2002. Disponible en:
<<http://www.alacumbre.com/si/libros/revistas/crisis-que-crisis/numero-1/papa-cultivos.html>>

TPAGRO. Acolchamiento de suelos con polietileno [documento en línea]. España:2002. Disponible en:
<www.tpagro.com/nuevo/mulch.html>
<www.planthogar.net/releases/8583243670.htm>

VALBUENA B., Iván. Aspectos ecofisiológicos básicos sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de la papa. En: Manejo integrado del cultivo de la papa. Manual técnico. Tibaitatá, Colombia:2000. pp 39-50.

VARAS, Edmundo *et al.* Frecuencia de riego en papas. Revista Tierra adentro No. 4, (octubre-noviembre, 1995). 70 p.

ANEXOS

ANEXO A PROPIEDADES Y APLICACIONES DEL AGROMOULCH

GENERALIDADES	
Composición	Polietileno lineal de baja densidad y aditivo
Espesores	1,2 a 3 milésimas de pulgada
Estabilizador	Hals
Inhibidor	Benzofenona y Antioxidantes
Tonalidad	Negro
Coextrusión	Tres y cinco capas
Ancho	Desde 60 cm hasta 12 m

PROPIEDADES ÓPTICAS Y TÉRMICAS	Especificaciones	Norma
	Termicidad	60% ±10%
Transmisión de luz total	0%	ASTM D 1003
Transmisión de luz difusa	0%	ASTM D 1003
Bloqueo UV	Total	CPT-2-6

PROPIEDADES MECÁNICAS	Especificaciones	Norma
	Resistencia al impacto	100g mínimo
Resistencia al rasgado – Dirección máquina – Dirección transversal	5000g mínimo 5200g mínimo	ASTM 1922-949
Porcentaje de elongación en el punto de rotura – Dirección máquina – dirección transversal	450% mínimo 590% mínimo	ASTM D 882
Tensión en el punto de rotura – Dirección máquina – Dirección transversal-	16,3 Mpa mínimo 16,3 Mpa mínimo	ASTM D 882

Fuente: PQA, 2002

ANEXO B
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

MUESTRAS		UNIDAD	201
pH. Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1),			6,6
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorímetro),		%	6,1
Densidad Aparente		g/cc	1,1
Fósforo (P), Bray II		ppm	138
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC),	CH ₃ COOHNH ₄ 1N pH7	meq/100g	18,8
Calcio de Cambio			11,9
Magnesio de Cambio			3,30
Potasio de Cambio			0,98
Aluminio de Cambio			*
Hierro	Extracción con DTPA	ppm	70,00
Manganeso			7,92
Cobre			2,40
Zinc			2,20
Boro ppm, Método de Agua Caliente			
F= Franco - Ar= Arcilloso - A= Arenoso	Grado textural		Ar-A
Nitrógeno Total %			0,27
Carbono Orgánico %			3,55

Fuente: Laboratorio de Suelos. Sección de laboratorios Universidad de Nariño. Marzo 26 de 2003.

ANEXO C
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS DE NÚMERO DE TALLOS POR
PLANTA
PRUEBA *t de student*

TRATAMIENTO	NUMERO DE TALLOS	0,01	C.V. (%)
ACOLCHADO	5,95	X	26
TESTIGO	2,65	Y	29

***t de student* 0,01=2,0231**
t calculado = 12,2

Promedios observados con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas.

ANEXO D
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS DE ALTURA DE PLANTAS
PRUEBA *t de student*

TRATAMIENTO	ALTURA DE PLANTAS	0,01	C.V. (%)
ACOLCHADO	25,37	X	16,9
TESTIGO	11,92	Y	24,9

***t de student* 0,01 = 2,0231**

t calculado = 16,28

Promedios observados con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas.

ANEXO E
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS DE NÚMERO DE TUBÉRCULOS
POR TRATAMIENTO
PRUEBA *t de student*

TRATAMIENTO	NUMERO DE TUBERCULOS	0,01	C.V. (%)
ACOLCHADO	225,5	X	21
TESTIGO	69	Y	22

***t de student* 0,01=3,250**
t calculado = 9,8

Promedios observados con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas.

ANEXO F
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS
NÚMERO DE TUBÉRCULOS CLASE PRIMERA
PRUEBA *t de student*

TRATAMIENTO	PESO CLASE PRIMERA	0,01	C.V. (%)
ACOLCHADO	14,4	X	32,77
TESTIGO	6	Y	39,28

***t de student* 0,01=3,250**
t calculado = 5,03

Promedios observados con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas.

ANEXO G
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS
NÚMERO DE TUBÉRCULOS CLASE SEGUNDA
PRUEBA *t de student*

TRATAMIENTO	PESO CLASE SEGUNDA	0,01	C.V. (%)
ACOLCHADO	39,5	X	30,25
TESTIGO	10,9	Y	27,84

***t de student* 0,01=3,250**
***t calculado* = 7,35**

Promedios observados con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas.

ANEXO H
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS
NÚMERO DE TUBÉRCULOS CLASE TERCERA
PRUEBA *t de student*

TRATAMIENTO	PESO CLASE TERCERA	0,01	C.V. (%)
ACOLCHADO	39,7	X	23,21
TESTIGO	14,4	Y	39,31

***t de student* 0,01=3,250**
***t calculado* = 7,39**

Promedios observados con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas.

ANEXO I
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS
NÚMERO DE TUBÉRCULOS CLASE CUARTA
PRUEBA *t de student*

TRATAMIENTO	PESO CLASE CUARTA	0,01	C.V. (%)
ACOLCHADO	122,8	X	31,58
TESTIGO	33,9	Y	31,91

***t de student* 0,01=3,250**
***t calculado* = 7,07**

Promedios observados con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas.

ANEXO J
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS
NÚMERO TUBÉRCULOS CLASE CERO
PRUEBA *t de student*

TRATAMIENTO	PESO CLASE CERO	0,01	C.V. (%)
ACOLCHADO	9,2	X	47,18
TESTIGO	3,8	Y	57,92

***t de student* 0,01=3,250**

***t calculado* = 3,51**

Promedios observados con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas.

ANEXO K
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS DE RENDIMIENTO POR
TRATAMIENTO (Kg),
PRUEBA *t de student*

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO	0,01	C.V. (%)
ACOLCHADO	10030	X	20
TESTIGO	3104	Y	21

***t de student* 0,01=3,250**

t calculado = 10, 04

Promedios observados con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas.