

DENSIDAD DE SIEMBRA Y DOSIS DE FERTILIZACION DE LA PAPA
(Solanum tuberosum ssp. andigena), EN SURCO DOBLE Y SIMPLE

TESIS

Presentada al Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias
Universidad Nacional — Instituto Colombiano Agropecuario

Por

GUILLERMO RODRIGUEZ QUIJANO

Como requisito parcial para optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

Bogotá - Colombia

1977

TESIS APROBADA POR :

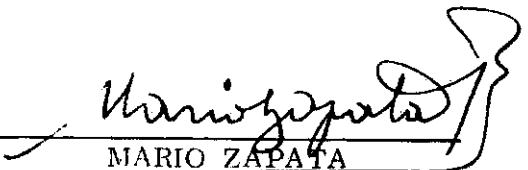
COMITE CONSEJERO

Presidente de Tesis



LAURO LUJAN

Profesor Consejero



MARIO ZAPATA

Profesor Consejero



GERMAN URREGO

"El Presidente de Tesis y el Consejo Examinador de Grado,
no serán responsables de las ideas emitidas por el candidato."

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional).

DEDICO:

A mi esposa María Eugenia

A mis padres y hermanos

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Lauro Luján por su dirección y consejos que hicieron posible la culminación del presente trabajo; al Comité Consejero; al Programa de Tuberosas del ICA por la colaboración prestada; al I.A. Jorge Franco de la División de Estadística y Biometría del ICA por su colaboración; y al compañero Franklin O. Osorio por su cooperación en la realización de la presente investigación.

CONTENIDO

		Página
1.	INTRODUCCION	1
1.1.	Objetivos	4
2.	REVISION DE LITERATURA	5
2.1.	Situación Actual	5
2.2.	Importancia Económica	5
2.3.	Ecología del Cultivo	6
2.3.1.	Radiación	6
2.3.2.	Temperatura	7
2.3.3.	Heladas	9
2.3.4.	Disponibilidad de agua	10
2.3.5.	Suelos y fertilización	11
2.3.6.	Densidad de siembra	13
3.	MATERIALES Y METODOS	19
3.1.	Localización	19
3.2.	Material Usado	20
3.2.1.	Variedad ICA-San Jorge	20
3.2.2.	Variedad ICA-Quantiva	22
3.2.3.	Fertilizantes utilizados	22

	Página	
3.2.4.	Distancias a experimentar	23
3.3.	Métodos Estadísticos	23
3.3.1.	Análisis estadístico	26
3.3.2.	Análisis económico	26
3.4.	Prácticas Culturales	26
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	29
4.1.	Resultado de los Análisis Estadísticos	29
4.2.	Discusión	36
4.2.1.	Variedad ICA-San Jorge	39
4.2.2.	Variedad ICA-Quantiva	43
4.3.	Análisis Económico	46
5.	CONCLUSIONES	51
6.	RESUMEN	53
7.	SUMMARY	55
	BIBLIOGRAFIA	57
	APENDICE	61

LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA 1. Análisis de suelo del sitio experimental de muestras tomadas de 0-15 cm de profundidad.	21
TABLA 2. Comparación de los promedios de rendimiento para el carácter distancia, utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%. Variedad ICA-Quantiva.	30
TABLA 3. Comparación de los promedios de rendimiento para las características grado por distancia, utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%. Variedad ICA-Quantiva.	30
TABLA 4. Comparación de los promedios de rendimiento para el carácter grado por dosis, utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%. Variedad ICA-San Jorge.	32

TABLA 5.	Comparación de los promedios de rendimiento para la característica distancia, utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%. Variedad ICA-Guantiva.	35
TABLA 6.	Rendimientos promedios obtenidos para los sistemas de siembra en surco doble y surco simple, con la variedad ICA-San Jorge.	38
TABLA 7.	Rendimientos promedios obtenidos para los sistemas de siembra en surco doble y surco simple, con la variedad ICA-Guantiva.	38
TABLA 8.	Rendimientos promedios obtenidos para la variable distancias entre plantas en los dos métodos de siembra, para la variedad ICA-San Jorge.	41
TABLA 9.	Rendimientos obtenidos con la variable dosis de fertilización para los métodos de siembra en estudio, con la variedad ICA-San Jorge.	41

TABLA 10.	Rendimientos promedios obtenidos para la variable grados de abono, en los métodos de siembra en estudio, para la variedad ICA-San Jorge.	42
TABLA 11.	Rendimientos promedios obtenidos para la variable distancias entre plantas, en los métodos de siembra en estudio, para la variedad ICA-Guantiva.	44
TABLA 12.	Rendimientos promedios obtenidos para la variable dosis de fertilización, en los métodos de siembra en estudio, para la variedad ICA-Guantiva.	44
TABLA 13.	Rendimientos promedios obtenidos para la variable grados de abono, en los métodos de siembra en estudio, para la variedad ICA-Guantiva.	45

TABLA 14.	Análisis de rentabilidad por peso invertido para los tratamientos que proporcionaron el mayor ingreso neto en los dos sistemas de siembra, para la variedad ICA-San Jorge.	47
TABLA 15.	Análisis de rentabilidad por peso invertido para los tratamientos que proporcionaron el mayor ingreso neto en los dos sistemas de siembra, para la variedad ICA-Quantiva	47
TABLA 16.	Análisis de varianza para la característica rendimiento en la variedad ICA-Quantiva, cultivada por el sistema surco simple.	62
TABLA 17.	Análisis de varianza para la característica rendimiento en la variedad ICA-Quantiva, cultivada por el sistema de siembra surco doble.	63
TABLA 18.	Análisis de varianza para la característica rendimiento en la variedad ICA-San Jorge, cultivada por el sistema de siembra surco simple.	64

TABLA 19.	Análisis de varianza para la característica rendimiento en la variedad ICA-San Jorge, cultivada por el sistema de siembra surco doble.	65
TABLA 20.	Análisis de varianza para la característica rendimiento de la variedad ICA-Quantiva, para los dos sistemas de siembra propuestos: surco doble vs. surco simple.	66
TABLA 21.	Análisis de varianza para la característica rendimiento de la variedad ICA-San Jorge, para los dos sistemas de siembra propuestos: surco doble vs. surco simple.	67
TABLA 22.	Clasificación de la papa de acuerdo a los diferentes tamaños para la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra de surco doble.	68
TABLA 23.	Clasificación de la papa de acuerdo a los diferentes tamaños para la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra de surco simple.	69

TABLA 24.	Análisis de varianza para la variable tamaño primera en la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra surco simple.	70
TABLA 25.	Análisis de varianza para la variable tamaño tercera en la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra surco simple.	71
TABLA 26.	Resultado del peso específico para los diferentes tratamientos experimentados en la variedad ICA-Quantiva en los dos sistemas de siembra propuestos.	72
TABLA 27.	Costos de producción para el cultivo de la papa durante el primer semestre de 1976. Variedad ICA-San Jorge.	73
TABLA 28.	Costos de producción para el cultivo de la papa durante el primer semestre de 1976. Variedad ICA-Quantiva.	74
TABLA 29.	Análisis de rentabilidad para la variedad ICA-San Jorge; por el sistema de siembra de surco doble.	75

TABLA 30.	Análisis de rentabilidad para la variedad ICA-San Jorge, por el sistema de siembra de surco simple.	76
TABLA 31.	Análisis de rentabilidad para la variedad ICA-Quantiva, por el sistema de siembra de surco doble	77
TABLA 32.	Análisis de rentabilidad para la variedad ICA-Quantiva, por el sistema de siembra de surco simple.	78
TABLA 33.	Variación de los precios de venta durante el año 1976 para las dos variedades en estudio, ICA-Quantiva e ICA-San Jorge.	79
TABLA 34.	Resultados del rendimiento obtenido para los diferentes tratamientos experimentados con la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra surco doble.	80
TABLA 35.	Resultados del rendimiento obtenido para los diferentes tratamientos experimentados con la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra surco simple.	81

TABLA 36. Resultados del rendimiento obtenido para los diferentes tratamientos experimentados con la variedad ICA-Guantiva, en el sistema de siembra surco doble. 82

TABLA 37. Resultado del rendimiento obtenido para los diferentes tratamientos experimentados con la variedad ICA-Guantiva, en el sistema de siembra surco simple. 83

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Sistemas de siembra utilizados.	24
FIGURA 2. Precipitación durante el período vegetativo del ensayo	28
FIGURA 3. Variación del precio de venta, año 1976.	48
FIGURA 4. Temperatura promedio durante el período vegetativo.	84

J. INTRODUCCION

La papa es un producto básico en la dieta alimenticia del pueblo colombiano, en especial en las regiones de clima frío; de ahí la importancia de conocer en detalle todo lo relacionado con la producción del cultivo. Se estima que el cultivo de la papa ocupa una superficie aproximada de 124.950 hectáreas por año, con una producción de 1'517.750 toneladas. Los costos de producción varían en las regiones en un margen de \$34.400 a \$43.200, lo cual da un costo promedio ponderado en relación al área de \$ 39.515. (11)

En relación a insumos agrícolas, se considera que la papa es uno de los cultivos que más los utiliza. En el año agrícola 1976, el consumo de fertilizantes llegó a 146.500 toneladas y en fungicidas a 4.400 toneladas. En insecticidas, por la diversidad de productos y la falta de control en su aplicación, no se tiene un dato global exacto.

En el cultivo de la papa se considera que la fertilización abarca un 30% del total de los costos de producción; además, debido al alto costo de la tierra cultivable y al constante incremento de los precios de los insumos, se hace necesario la búsqueda de métodos de cultivo cada vez más eficientes que permitan obtener una mayor producción por unidad de superficie; con este propósito se realizó el presente estudio de productividad económica

de la papa utilizando diferentes densidades de población y dosis de fertilizante, empleando el método de siembra de surco doble en comparación con el sistema convencional de surco simple.

Las observaciones preliminares realizadas con las variedades Monserate e ICA-Puracé mostraron la posibilidad de obtener mayores rendimientos en surco doble. Además, se considera que el sistema de siembra en surco doble permitirá hacer una mejor utilización de la tierra.

También, puede afirmarse que en las zonas mecanizables mediante el sistema de siembra en surco doble, se logrará más eficiente uso de la maquinaria comparado con el sistema convencional de surco simple.

En el sistema de siembra en surco doble con relación al sistema de surco simple, se puede considerar como una ventaja que la zona de tuberización queda en suelo suelto. Respecto al aporque, se observa que en el método de surco simple las raíces quedan más expuestas al daño; con el sistema en surco doble el movimiento de tierra se reducirá a la mitad, con lo cual se espera que el daño sea mínimo.

Se supone que en el método de siembra en surco doble el agua lluvia descenderá directamente sobre el sistema radicular del cultivo, se logrará más eficiente utilización del suelo, con lo cual habrá posibilidad de incrementar el rendimiento, la utilización de riegos y drenajes se hará más

fácil; y aún más, se puede anticipar que la conveniente densidad de población facilitará el control de malezas.

Para el sistema de siembra en surco simple, se observa que los agricultores acostumbran sembrar utilizando distancias que varían de 1.20 a 1.60 metros entre surcos, y de 0.40 a 0.60 metros entre plantas. Con las distancias utilizadas por los productores se obtiene papa muy gruesa conocida como tipo cero, la cual tiene restricciones en su valor comercial, y para obviar el problema acostumbran cortar el follaje para disminuir el tamaño del tubérculo; pero trae como consecuencia una menor producción por unidad de superficie. Para facilitar el aporque y la fumigación, utilizan un tractor mediano (60 HP) que pasa sobre cada surco, lo cual representa un deficiente uso de maquinaria.

Se considera que las diferentes variedades comerciales de papa no responden en igual forma a las distancias de siembra, por lo cual es necesario investigar su comportamiento con relación a diferentes densidades de población. Existen variedades con tendencia a engrosar bastante como la ICA-Guativa, que posiblemente requiere mayor densidad de población; en cambio, otras engruesan muy poco, tal es el caso de la ICA-San Jorge que probablemente requiere menor densidad de población.

En términos generales, en el cultivo de la papa el rendimiento es proporcional a la cantidad de fertilizante aplicado. Esta relación de

proporcionalidad no es directa sino que se rige por la ley de los rendimientos decrecientes. De ahí la importancia de encontrar las dosis más adecuadas para los diferentes tipos de suelos en relación a las densidades de población.

1.1. Objetivos.

- 1.1.1. Evaluar la producción de dos variedades de papa, ICA-Guantiva e ICA-San Jorge, utilizando tres diferentes densidades de siembra entre plantas para los dos métodos de siembra, surco doble y simple.
- 1.1.2. Evaluar el comportamiento de las dos variedades en estudio, con la aplicación de tres niveles de fertilización y dos grados de abono completo, para los dos sistemas de siembra propuestos.
- 1.1.3. Buscar racionalizar la cantidad de insumos utilizados, para cada uno de los dos métodos de siembra propuestos en el estudio.
- 1.1.4. Determinar las posibles ventajas o desventajas al comparar los dos sistemas de siembra utilizados en la presente investigación.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Situación Actual.

Los cultivos de papa están prácticamente concentrados en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño, que cosechan cerca del 80% de la producción anual y el 20% restante en los de Antioquia, Caldas, Cauca, Norte de Santander, Santander, Tolima y Valle. Los cultivos de papa están generalmente localizados de 2.000 a 3.500 metros de altura sobre el nivel del mar, pero la producción óptima por cantidad y calidad se obtiene entre 2.500 y 3.000 m.s.n.m. Se considera que las fincas de páramo (3.000-3.500 m.s.n.m.) son las más apropiadas para la producción de semilla. (22)

Según el DANE (12), 68.500 agricultores se dedican a la siembra de este cultivo, de los cuales el 65% son productores pequeños sembrando de 0.25 a 5.0 hectáreas y ocupan un 70% del área cultivada, el 35% restante son considerados cultivadores mediano y grandes, que producen más del 75% de la papa que se distribuye en el comercio.

2.2. Importancia Económica.

Durante el año agrícola 1976 las siembras de papa se estimaron en 124.950 hectáreas que comparada con el año inmediatamente anterior

registran un aumento de 24.950 hectáreas del área sembrada. En relación a la producción promedia nacional por hectárea, también se observa que para el año 1976 es de 12.1 toneladas, registrando un aumento de 1.8 toneladas por hectárea en relación al año 1975. (10)

Para el cultivo de la papa se estima la utilización de 14.610.200 jornales por año, a razón de 116 jornales por hectárea. El valor total de la mano de obra representa la cifra de \$ 730.510.000 anuales, asumiendo el valor de cada jornal a \$ 50.

2.3. Ecología del Cultivo.

El clima de Colombia depende de las alturas, de 2.000 a 3.000 m.s.n.m. se encuentra el área comercial para papa de consumo y equivale a una área potencial aproximada de 1.000.000 de hectáreas. Por encima de los 3.500 metros y por debajo de los 2.000 metros se encuentran las zonas marginales de la producción.

En general, el cultivo de la papa requiere condiciones ambientales que permitan un rápido desarrollo del follaje y una eficiente acumulación de carbohidratos de los tubérculos.

2.3.1. Radiación.

La influencia de la luz sobre el crecimiento y producción de papas

es determinado por la intensidad, duración de la iluminación y la calidad de la luz. La intensidad de la luz que tiene menos de 20 ergios/cm²/seg de energía total, se considera fotoperiódicamente inactiva. Generalmente, la fotosíntesis aumenta con el incremento de la intensidad de luz.

El mayor incremento de CO₂ aumenta la fotosíntesis, cuando hay menor intensidad luminosa se aumenta la concentración de CO₂ a 0.03% por la reducción del proceso fotosintético.

Burton (7) calculó que en un día de sol, el 10% del AF (área foliar) recibe el 60% de la máxima intensidad de luz, que el 60% del AF recibía un promedio de 30% de la máxima intensidad de luz; mientras las hojas de la base que comprenden el 30% del AF recibían en promedio 15% de la máxima intensidad de luz y algunos folíolos únicamente recibían el 5%.

2.3.2. Temperatura.

Uno de los factores ambientales incontrolables por el hombre y el más importante de todos es la temperatura. La temperatura puede afectar la formación de tubérculos y más directamente la producción, y puede ser responsable de la modificación del fotoperíodo de las plantas.

Bushnell (9) encontró que la temperatura óptima para la formación del tubérculo se encuentra cerca a 15-18°C. Además, encontró que a 29°C no se formaron tubérculos.

Werner (33) obtuvo formación de tubérculos a 32°C por reducción del fotoperíodo de $10\frac{1}{2}$ horas.

Gregory (16) sugirió la formación de un estímulo que inicia la tuberización bajo condiciones de días cortos y temperaturas bajas y que dicho estímulo se trasloca del sitio de formación hacia el extremo de los estolones. Las porciones apicales de crecimiento activo de la planta parecen ser los órganos sensibles a la luz para la formación del estímulo hormonal que se mueve preferentemente del ápice hacia la base de la planta con escaso movimiento lateral. Este factor de tuberización, cuya composición química todavía se desconoce, también se encuentra en el tubérculo semilla y es inactivada o diluida mediante la formación abundante de follaje, bajo condiciones de días largos o de altas temperaturas durante el período vegetativo.

Rodlaender (4) dijo que la germinación siempre se acelera con altas temperaturas. Miltorpe (24) encontró una diferencia de cerca de dos semanas entre temperaturas de 12-22°C. La máxima longitud del tallo se obtuvo con altas temperaturas, con abonamiento adecuado y buen suplemento de agua.

En la Sabana de Bogotá, con temperaturas medias de 12°C en la noche y 20°C durante el día, se registraron los mejores rendimientos.

Con temperaturas medias anuales de 10°C o mayores de 20°C, se bajan los rendimientos. A una temperatura media de 25°C los hidratos de carbono se equilibran, no hay excedentes para traslocación, por lo cual la planta tiende a formar abundante follaje y se presenta deficiente tuberización. (22)

Reyes (28) con el objeto de determinar la productividad primaria neta de cuatro variedades de papa, Diacol Monserrate, Tuquerreña, ICA-Guanti-va y Parda Pastusa, en dos diferentes pisos térmicos, a saber en la Estación Experimental "San Jorge" a 3.250 m.s.n.m., y en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá" a 2.550 m.s.n.m.; encontró que todas las variedades presentaron mayor productividad primaria neta en el Centro "Tibaitatá".

La variedad Diacol Monserrate mostró el menor rango de adaptabilidad ya que alcanzó la mayor productividad primaria neta en el Centro "Tibaitatá", pero fue la de más bajo valor en la Estación Experimental "San Jorge". La variedad Parda Pastusa no presentó mayor variación en la productividad entre una localidad y otra, lo cual es un índice de un amplio rango de adaptabilidad.

2.3.3. Heladas.

El rendimiento y calidad de la papa se perjudica por las heladas. En

Colombia las heladas se presentan al final o al comienzo del período vegetativo del cultivo; sin embargo, algunas veces se pueden presentar de manera esporádica en cualquier estado de desarrollo de la planta. En general, se observa que la papa no se aclimata a las condiciones de temperaturas bajas, sino que su tolerancia a heladas es de carácter genético.

2.3.4. Disponibilidad de agua.

El agua es el componente más abundante de las células activas de la planta y representa más del 90% del peso fresco de algunos tejidos. Las plantas absorben agua en forma continua del medio en que se desarrollan y por transpiración evaporan el agua hacia el medio ambiente que las circundan. La pérdida de agua es menor a una baja intensidad de luz. Generalmente, las hojas de papa pueden perder de 30 a 39% de su peso en estado de turgidez y luego recuperarse al aumentar el suministro de agua; pero con 40% de pérdida de su peso no se recupera y con 45% mueren. (7)

La insuficiencia de agua en la primera fase de desarrollo del cultivo, no es tan limitante como en la etapa de formación y engrosamiento de los tubérculos; sin embargo, la falta de agua, ya sea en la primera o segunda mitad del período vegetativo, reduce el rendimiento y en forma más apreciable si la escasez de agua ocurre en la segunda mitad. La necesidad de agua durante la tuberización inicial parece ser el período más crítico. (22)

Burton (7) sugiere que 500 mm podría ser la precipitación óptima durante los cinco meses del período vegetativo. La influencia de la precipitación óptima y la magnitud de los efectos causados por las desviaciones del óptimo podrían ser modificadas por la fertilización.

2.3.5. Suelos y fertilización.

Para la buena formación y desarrollo de los tubérculos, los suelos ideales son los francos y los orgánicos, pues conservan mejor la humedad.

En relación al pH, la papa soporta acidez de 4.0-6.0, el drenaje debe ser bueno pues si se presenta bastante humedad en el suelo se deteriora la calidad del tubérculo. La preparación del suelo depende de la textura, la pendiente y la disponibilidad de maquinaria. En papa no existe labranza mínima, es necesario el aporque para estimular la formación de estolones. En general, los suelos de clima frío son pobres en fósforo y ricos en materia orgánica. (34)

Se considera que una cosecha de papa que produce 20 toneladas por hectárea remueve 140 kg de nitrógeno, 30 kg de P_2O_5 , 190 kg de K_2O , 3 kg de CaO , 7 kg de MgO y 6 kg de azufre. (21)

Heidrick y otros (17) recomendaban en 1958 para el cultivo de la papa

en la Sabana de Bogotá, aplicar por hectárea 50 kg de nitrógeno, 200 kg de P_2O_5 y 50 kg de K_2O , equivalente a una relación 1-4-1. Para 1963, recomiendan aplicar 70 kg de nitrógeno, 280 kg de P_2O_5 y 70 kg de K_2O , equivalente a una relación de 1-4-1 en cantidad de 700 kg por hectárea para suelos nuevos, y una relación 1-3-0.8 en la cantidad de 500 kg por hectárea para suelos fertilizados en varios años. (18)

Holliday citado por Burton (8), basado en experiencias de varios años, en Inglaterra, estableció como buenas las proporciones 1.0-0.4-1.3 para nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. El Programa de Suelos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) actualmente recomienda las siguientes relaciones: 2-4-1 ó 1-3-1.

Para suelos de algunas zonas de Cundinamarca recomiendan: (21)

	Kg/Ha de Abono	Relación
— Serie Tibaitatá	1.000 - 1.200	1-3-1 ó 2-4-1
— Asociación Cabrera-Cogua	1.200 - 1.500	1-3-1 ó 2-4-1
— Serie Páramo	1.500 - 2.000	1-3-1 ó 2-4-1
— Serie Bermeo	1.500	1-3-1 ó 2-4-1

Debe tenerse en cuenta que las máximas respuestas de rendimiento sólo se pueden obtener si todos los elementos se adicionan en las proporciones correctas. Barnes (3) indica que en Carolina del Sur una deficiencia

extrema de magnesio, acompañada de una aplicación de potasio, produce una reducción de los rendimientos en la papa. La presencia de iones amonio retarda la absorción de potasio debido a la competencia iónica (19); pero la presencia de ión nitrato facilita la absorción de potasio.

Del resultado de pruebas regionales de fertilización en papa del Programa de Suelos del ICA, se deduce interacciones positivas, o sea el efecto de cada elemento se aumenta con la presencia del otro, tal caso ocurre entre nitrógeno y fósforo, entre fósforo y potasio, entre nitrógeno y potasio. En áreas de alta precipitación para Inglaterra, Boyd y Dermott (5) establecieron una interacción negativa entre nitrógeno y potasio. Es claro que la respuesta de la papa a cualquier aplicación de fertilizantes puede variar de localidad a localidad, de tipo de suelo a tipo de suelo y de acuerdo a muchas variables de sitio.

2.3.6. Densidad de siembra.

Para Burton (7) el espacio entre plantas afecta la producción de dos maneras, si el espacio es reducido las plantas sufrirán la competencia de sus vecinas y el cultivo puede presentarse disparejo, mientras que si el espacio es mayor la producción por hectárea puede ser menor, aunque la producción por planta sea buena, debido a que ellas están presentes en un número menor. El espacio óptimo depende de la variedad, para una

variedad frondosa es más ventajoso un espacio amplio que para una variedad con tallo menos frondoso.

Mosher, citado por Smith (31), estableció que el espaciamiento de las semillas depende de la variedad y el propósito para el cual las papas son cultivadas; la razón principal para la variación de espacios es el control de rendimiento y tamaño de tubérculos.

Para Bremner (6), plantas de semillas tamaño pequeño tienen pocos tallos por planta; además, los tallos provenientes de semillas pequeñas tienen un buen peso final, una producción mayor y más grandes tubérculos, que los tallos provenientes de semillas tamaños grandes. Hopper citado por Bremner (6), encontró que a una mayor densidad de siembra la competencia dentro de la población se inicia más rápidamente, aproximadamente de 3-4 semanas después de la emergencia o brotación.

Estrada (15) reportó que en Colombia las distancias de siembra son por lo general de 1.0 metros entre surco por 0.5 metros entre plantas. Inicialmente realizó un estudio combinando densidades de siembra con diferentes tamaños de semillas con relación al rendimiento, se estimaron:

Distancia entre surco:	0.80, 1.00 y 1.20 metros
Distancia entre plantas:	0.70, 0.50 y 0.30 metros
Tamaño de semillas:	1a., 2a. y 3a. comercial

Se sembraron cuatro bloques en parcelas divididas; los resultados fueron los siguientes:

- No se encontraron diferencias significativas al comparar entre sí las diversas distancias entre surco.
- La producción aumentó proporcionalmente con el tamaño de la semilla; pero no se encontró diferencia significativa entre el tamaño de la semilla con el tamaño inmediatamente superior o inferior.
- Las diferencias en rendimiento fueron altamente significativas a favor de las menores distancias: 0.30 metros entre plantas; pero pudo deberse a la aplicación de igual cantidad de abono para cada planta.
- No hubo diferencias significativas entre las correlaciones.

Después realizó el siguiente ensayo, sembraron siete bloques distribuidos al azar, cada uno con dos parcelas principales para distancias de 1.0 a 0.8 metros entre surco. Cada parcela principal se dividió en cuatro subparcelas de primer orden, para cuatro tamaños de semilla: primera, segunda, tercera y cuarta comercial (tamaño cuarta o riche), y cada subparcela se dividió en tres parcelas de segundo orden para distancias entre plantas de 0.70, 0.50 y 0.30 metros. Se abonó el suelo de una manera uniforme, es decir igual cantidad de abono para cada parcela, sin tener en cuenta el número de plantas.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- El período vegetativo es más corto a 0.30 metros.
- Los rendimientos de las plantas correspondientes a 0.30 y 0.50 metros, resultaron iguales; pero significativamente mejores que a distancias de 0.70 metros.
- La distancia de 1.0 metros dió resultados significativamente mejores que a 0.80 metros entre surco.

Rico (29) realizó un análisis agroeconómico de la aplicación de fertilizantes con diferentes densidades de población y variedades de Solanum tuberosum ssp. andigena en la zona del Oriente de Cundinamarca, encontrando que con niveles altos de nitrógeno, 120 a 150 kg por hectárea, y medios a altos niveles en fósforo, 125 a 200 kg, se alcanzaron las mejores respuestas en rendimiento.

La variedad ICA-Guantiva alcanzó su máxima producción con densidades altas de población, 30.000 a 33.000 plantas por hectárea y niveles de 150 y 250 kg de nitrógeno y fósforo por hectárea, respectivamente.

Moreno (26) indica que las distancias promedias entre surcos y plantas, son de 105 cm y 41 cm para Cundinamarca, 105 y 45 cm para Boyacá, y 110 y 41 cm para Nariño.

Martínez (23) realizó un ensayo con el fin de determinar la interacción de riego, fertilización y densidad de siembra en la Sabana de Bogotá, encontrando que la aplicación de riego no fue significativa debido probablemente a la cantidad de lluvias que cayeron en el semestre (247 mm). La mejor combinación de fertilizante fue de 100-400-80 kg por hectárea de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente; y la mejor distancia de siembra fue de 15 cm entre plantas, con una producción de 23.8 toneladas por hectárea de papa.

Alvarado (2) reporta un ensayo con diferentes densidades de población a tres niveles de fertilización en papa, con el fin de buscar el efecto de diferentes densidades de siembra a la fertilización. Se usaron tubérculos semilla de tamaño grande (más de 100 gramos), mediana (60-80 gramos), y pequeña (40-60 gramos); dosis de 1.000, 1.500 y 2.000 kg por hectárea de fertilizante grado equivalente a 13-26-6 y 13-26-4. Se utilizó la variedad Parda Pastusa en un suelo arcillo-arenoso de Obonuco y un suelo franco-arenoso de Pupiales. Aunque se sembraron 29.970 plantas por hectárea, la densidad de población varió según el tamaño de la semilla en la siguiente forma:

Tamaño semilla	Tallos/planta	Tallos/m ²	Tallos/hectárea
Grande	6.19	18,5	185.000
Mediana	3.67	11.0	110.000
Pequeña	2.62	7.8	78.000

En el nivel bajo (1.000 kg/ha) de fertilización, hubo tendencia a producir mayor porcentaje de papa grande con densidades de 7 y 11 tallos por m², lográndose el rendimiento total más bajo con la densidad de 18 tallos por m².

En los niveles medio y alto de fertilización (1.500 y 2.000 kg/ha), los rendimientos totales fueron superiores para las densidades de 18 y 11 tallos por m², en su orden. En el nivel de 2.000 kg/ha de fertilizantes, la producción total y la cantidad de tubérculos grandes, fue significativamente mayor para el tratamiento de 18 tallos por m².

El ICA (21) recomienda las siguientes distancias de siembra en forma general, para terreno plano: distancia de 0.90-1.00 metros entre surco y 0.30-0.40 metros entre plantas en surco simple; en zonas onduladas se puede sembrar a 1.20 x 0.40 metros.

En la Sabana de Bogotá se debe emplear semilla mediana o de segunda y preferiblemente certificada. El tubérculo ideal para semilla debe tener de 40 a 60 gramos de peso. En zona de páramo se usa semilla de 100 gramos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización.

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá" del ICA, localizado geográficamente a 4°21' latitud norte y 74°12' longitud oeste; situado en la Sabana de Bogotá a 14 km de la capital de la República, sobre la carretera central de occidente, en el municipio de Mosquera (Cundinamarca).

Las condiciones climáticas promedio para el período comprendido entre 1955 y 1973 son las siguientes: humedad relativa 76%, temperatura media de 13°C, precipitación anual 637.6 mm; con dos estaciones lluviosas marcadas, una de marzo a junio y otra de octubre a diciembre. Altura de 2.550 m.s.n.m., (20); hace parte de la formación ecológica bosque seco montano bajo (bs-MB). (13)

El lote que se utilizó para la presente investigación posee las siguientes características: serie Mosquera (MQ) y la fase es (MQa). Posición fisiográfica: planicie lacustre alta. (25).

La serie Mosquera se caracteriza por lo siguiente: tipo de suelo arcilloso fino, franco arcilloso y/o arcilloso limoso y franco arcilloso limoso; categoría de drenaje natural moderadamente bien drenado; relieve plano

con grado de pendiente 0-1%, micro relieve plano-convexo, profundidad efectiva (radical) moderadamente profunda o profunda (50-90 a 90-150 cm de profundidad); características químicas, normal.

Los resultados del análisis de suelo se presentan en la Tabla 1. En forma general, se observa que es un suelo franco limoso, ligeramente ácido, con un buen contenido de materia orgánica y sin problemas de acidez.

3.2. Material Usado.

Para la realización de la presente investigación de acuerdo con el Programa de Tuberosas del Instituto Colombiano Agropecuario, se seleccionaron las variedades ICA-San Jorge e ICA-Quantiva, cuya adaptación a las condiciones ecológicas de la Sabana de Bogotá son bastante manifiestas y sus principales características se describen a continuación.

3.2.1. ICA-San Jorge.

La variedad ICA-San Jorge proviene del cruzamiento de Eerst e ling (Solanum tuberosum subespecie chilicana) de Holanda, por Leona (Solanum tuberosum ssp. andigena) de Nariño - Colombia.

Se adapta a las condiciones de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Santanderes. Su período vegetativo es de cinco y medio meses.

TABLA 1. Análisis de suelo del sitio experimental de muestras tomadas de 0-15 cm de profundidad.

Análisis	Resultado	Método
Clase textural	Franco limoso	Al tacto
pH	6.2	Agua destilada 1: 2.5
Materia orgánica	10.4 %	Walkley - black
Fósforo	33.9 ppm	Bray II
Aluminio	0.175 meq/100 ml	Por absorción atómica
Calcio	17.85 meq/100 ml	Por absorción atómica
Magnesio	5.68 meq/100 ml	Por absorción atómica
Potasio	1.44 meq/100 ml	Por absorción atómica
Sodio	1.16 meq/100 ml	Por absorción atómica

Características del tubérculo: tamaño mediano, forma ovalada, ojos medianos, piel púrpura-crema, pulpa crema. Comportamiento con relación a plagas y enfermedades: es tolerante a Phytophthora infestans.

Otras características agronómicas: un período de reposo de dos y medio meses, a 15°C y 75% de humedad relativa.

3.2.2. ICA-Guantiva.

La variedad ICA-Guantiva proviene del cruzamiento de dos clones de la ssp. andigena, que son Jabonilla de Colombia y Ecuador por Yurac Tarma del Perú.

Característica del tubérculo: tamaño mediano, forma ovalada, ojos superficiales, piel roja y halos blancos, carne crema. Anchura de hojas y folíolos medianos; color de hojas verde oscuro, color de flores rosado oscuro; precocidad mediana, cinco y medio meses. Además, posee tolerancia a Phytophthora infestans; resistente a virus, excepto a mosaico suave; tolerante a rhizotoenia; tolerante a heladas hasta -2°C. (14).

3.2.3. Fertilizantes utilizados.

Para los diferentes ensayos realizados en el presente trabajo en surco doble y surco simple, se utilizaron dos grados de abono completo, a saber:

10-30-10 y 13-26-6. Las dosis a experimentar en los diferentes tratamientos fueron 0.8, 1.2 y 1.6 toneladas por hectárea.

3.2.4. Distancias a experimentar.

Para los dos sistemas de siembra propuestos se consideraron las siguientes distancias entre plantas: 0.20, 0.30 y 0.40 metros. Además, en relación a surco simple o sistema convencional, se consideró una distancia de 0.90 metros entre surcos; para el sistema de siembra en surco doble, cada surco tuvo un ancho de 1.80 metros, con dos hileras de plantas dentro de cada surco doble distanciados a 0.50 metros, (Figura 1).

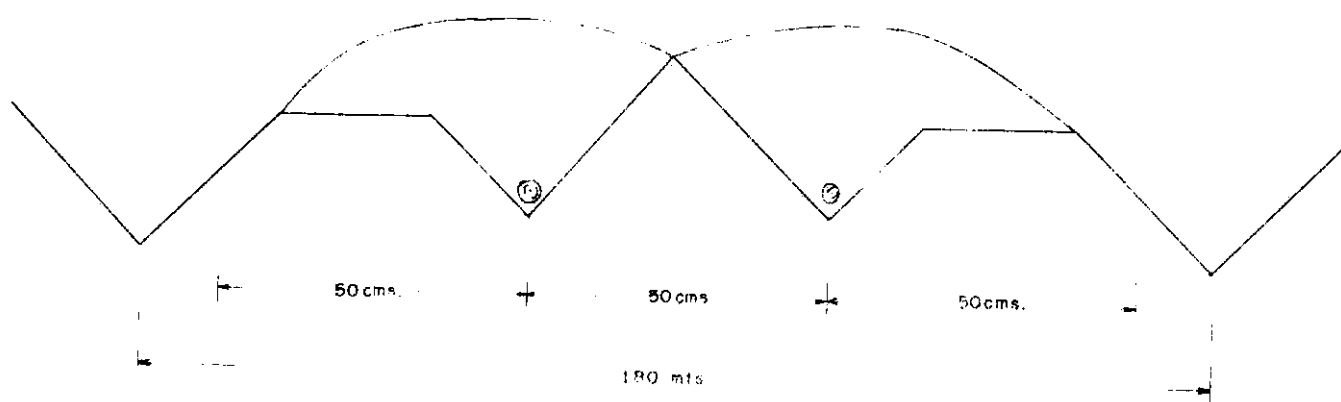
3.3. Métodos Estadísticos.

Para la realización del presente trabajo se utilizó el diseño experimental de parcelas subdivididas en un diseño básico de bloques al azar.

El principio fundamental es que permite estimar el efecto de varios factores con diferente precisión. Las parcelas grandes llevan los tratamientos cuya comparación es de menor importancia, las parcelas pequeñas (subparcelas) llevan los tratamientos de mayor importancia de acuerdo con el grado de subdivisión. (32)

A las sub-subparcelas se le asignaron las distancias, porque interesaba

SURCO DOBLE



SURCO SENCILLO

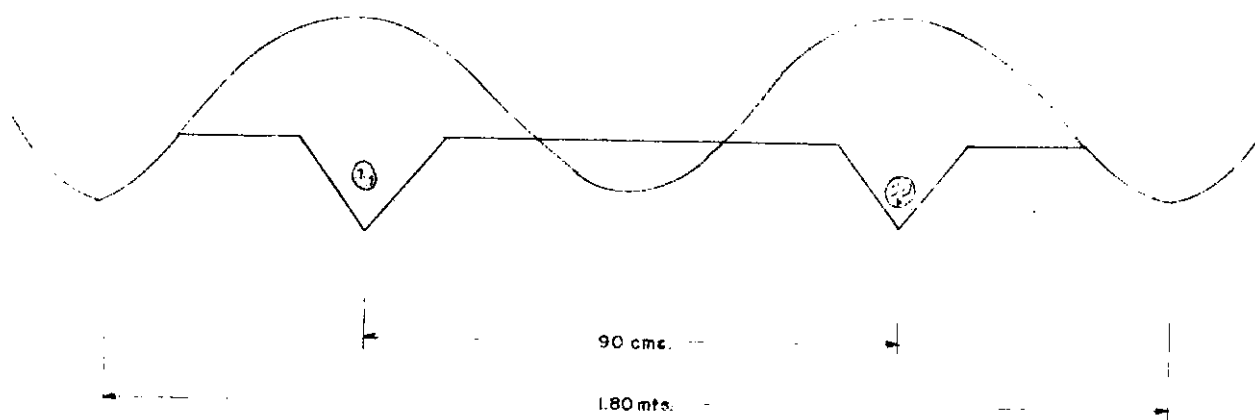


Figura I- SISTEMAS DE SIEMBRA UTILIZADOS

medir con mayor precisión esta variable, ya que el propósito era evaluar la relación existente entre las distancias propuestas y los dos sistemas de siembra utilizados; pues el sistema de siembra en surco doble produce una distribución distinta de plantas sobre una área dada si se le compara con el sistema convencional de surco simple. Con ésto se buscaba encontrar las posibles respuestas a diferentes densidades de población en el nuevo sistema de siembra con respecto al sistema de siembra en surco simple.

A las subparcelas se le asignaron las dosis porque se consideró más importante evaluar la influencia que podía tener el sistema de siembra y las distancias utilizadas sobre la cantidad de nutrimentos requeridos en el cultivo.

Por último, los grados se asignaron a las parcelas, pues por estudios anteriores se sabe que la relación de nitrógeno, fósforo y potasio de 1.0-3.0 y 0.8, es la más adecuada para este cultivo en la Sabana de Bogotá.* Se consideró de menor importancia medir este factor en relación a los anteriores, debido a que se esperaba no encontrar gran variación en relación a los grados para los dos sistemas de siembra propuestos.

En el presente trabajo se realizaron cuatro experimentos cada uno de ellos con cuatro repeticiones.

Las dimensiones para cada uno de los experimentos fueron:

* L. Luján, en comunicación personal.

— Area total por sub-subparcela	10.8 m ²
— Area total por subparcela	32.4 m ²
— Area total por parcela	97.2 m ²

Los tratamientos quedaron distribuidos de la siguiente manera: en la parcela los grados de abono a experimentar; en la subparcela las diferentes dosis de abono a probar; y en la sub-subparcela las distancias experimentadas.

3.3.1. Análisis estadístico.

Para cada uno de los ensayos efectuados se realizaron análisis de varianza y además pruebas de Duncan en los casos requeridos. También, se realizó la comparación entre los dos sistemas de siembra experimentados, mediante el análisis de varianza.

3.3.2. Análisis económico.

Se procedió a realizar un análisis de rentabilidad comparando los costos de producción y los ingresos netos, de acuerdo con los costos involucrados en cada uno de los tratamientos considerados.

3.4. Prácticas Culturales.

Durante la realización del presente experimento se llevaron a cabo las siguientes prácticas de cultivo.

Se realizó una arada y dos rastrilladas en lo correspondiente a la preparación del suelo, seguidamente se procedió a la surcada para cada uno de los dos sistemas de siembra propuestos, luego la rayada; la siembra se realizó el 25 de marzo de 1976, efectuándose simultáneamente la aplicación del abono; la cosecha se efectuó el 10 de septiembre, con lo cual el período vegetativo del cultivo fue de cinco meses y medio. Durante el período vegetativo del cultivo, la precipitación fue de 259.8 mm distribuidos durante el ciclo como se observa en la Figura 2.

Como medidas fitosanitarias, se efectuaron cuatro aspersiones con fungicidas para la variedad ICA-San Jorge y siete aspersiones para la variedad ICA-Guantiva, durante todo el período vegetativo del cultivo. Al momento de la siembra se aplicó 20 kg por hectárea de Temik y quince días después se aplicó el herbicida Afalón en una dosis de 2 kg por hectárea. Las malezas predominantes fueron la Lengua de vaca (Rumex crispus) y el pasto Kikuyo (Pennisetum clandestinum); el efecto del herbicida utilizado no fue muy efectivo, debido a la presencia de lluvia, lo que impidió que el producto fuera absorbido por las malezas.

Tanto para surco doble como para surco simple, se aplicó un tratamiento similar, la única diferencia consistió en que al sistema en surco doble no se le efectuó el aporque, debido a problemas en la obtención de maquinaria en el momento oportuno y exceso de humedad del suelo.

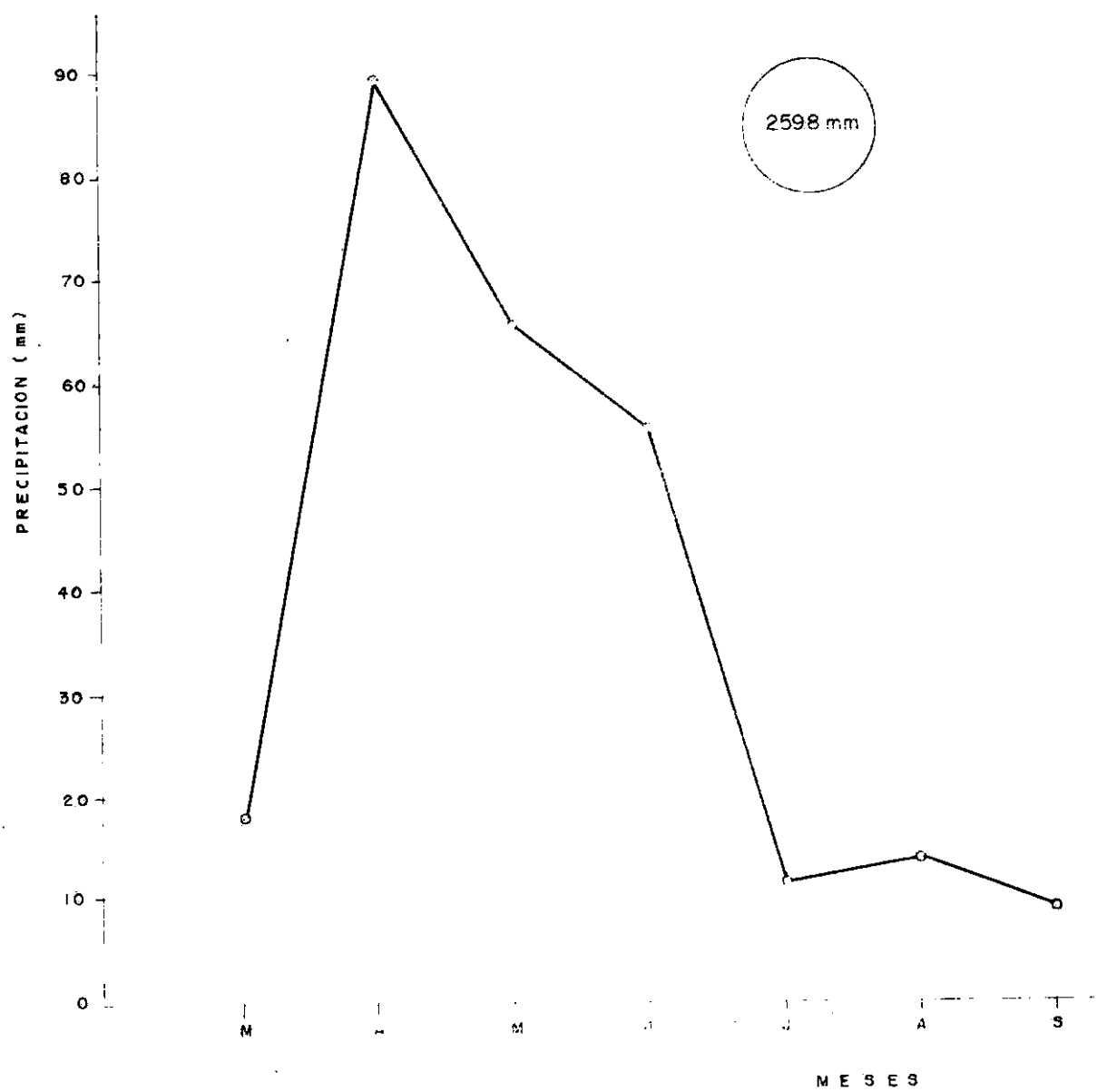


Figura 2 - PRECIPITACION DURANTE EL PERIODO VEGETATIVO DEL ENSAYO

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultado de los Análisis Estadísticos.

Se llevó a cabo el análisis estadístico para el ensayo de la variedad ICA-Guativa, surco simple. (Tabla 16).

El análisis de varianza presentó los siguientes resultados: con relación a la variable distancias se observó que estadísticamente fue altamente significativo. En el análisis relacionado con la interacción dosis de fertilizante por distancia, se observó un resultado estadísticamente significativo. Las demás variables en estudio para el presente experimento no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Para las variables en estudio que presentaron diferencias estadísticamente significativas, se procedió a realizar una prueba de Duncan comparando los promedios de rendimiento al nivel de significancia indicado, (Tablas 2 y 3).

La prueba de Duncan realizada mostró que los mejores tratamientos fueron aquellos en los cuales estaba incluida la distancia de 20 cm entre surco, Tabla 2; mientras que en la interacción grado por distancia, los mejores tratamientos son aquellos que incluyen el grado de abono 13-26-6 con las distancias entre plantas de 20 y 30 cm para la variedad y sistema de siembra en estudio, Tabla 3.

TABLA 2. Comparación de los promedios de rendimiento para el carácter distancia, utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%. Variedad ICA-Guantiva. (Rendimiento en toneladas por hectárea).

No. del tratamiento	3	2	1
Distancias (cm)	40	30	20
Promedio	23.7	26.5	29.7

Los tratamientos unidos por una línea no son estadísticamente diferentes entre sí.

TABLA 3. Comparación de los promedios de rendimiento para las características grado por distancia, utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%. Variedad ICA-Guantiva. (Rendimiento en toneladas por hectárea).

No. del tratamiento	3	5	6	4	2	1
Grado por Distancia (cm)	1 x 40	2 x 30	2 x 40	2 x 20	1 x 30	1 x 20
Promedio	22.9	24.4	24.5	26.7	28.9	32.6

Los tratamientos unidos por una línea no son estadísticamente diferentes entre sí.

Para el experimento de esta misma variedad, ICA-Guantiva, mediante el sistema de siembra en surco doble, se realizó el análisis de varianza respectivo presentando las características que se muestran en la Tabla 17.

Observando la Tabla 17, correspondiente a los resultados del análisis estadístico en el sistema de siembra en surco doble, se aprecia que para ninguna de las variables experimentadas hubo estadísticamente diferencias significativas.

Respecto a la otra variedad en estudio, ICA-San Jorge, los análisis de varianza correspondientes al sistema de siembra en surco simple, se muestran en la Tabla 18.

Realizado el análisis de varianza para este experimento, se pudo apreciar que la variable experimentada correspondiente a la interacción grado por dosis de fertilizante aplicado, resultó estadísticamente significativa.

Con relación a las otras variables en estudio, éstas no presentaron significancia estadísticamente.

Se procedió a realizar la prueba de Duncan para las variables experimentadas, grado por dosis de fertilizante (interacción), indicando que los mejores tratamientos fueron los que incluyeron el grado de abono 13-26-6 en las dosis de 1.2 y 1.6 toneladas por hectárea, y los tratamientos que incluían el grado de abono 10-30-10 con las dosis 0.8 y 1.2 toneladas por hectárea. (Tabla 4).

TABLA 4. Comparación de los promedios de rendimiento para el carácter grado por dosis, utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%. Variedad ICA-San Jorge. (Promedios en toneladas por hectárea).

No. del tratamiento	6	2	1	4	3	5
Grado por Dosis	2x1.6	1x1.2	1x1.2	2x.8	1x1.6	2x1.2
Promedio	27.5	27.9	30.2	32.4	32.5	36.9

Los tratamientos unidos por una línea no son estadísticamente diferentes entre sí.

1 = Grado de abono 13-26-6.

2 = Grado de abono 10-30-10.

Dosis = 1.6 toneladas por hectárea; 1.2 toneladas por hectárea.

Para el sistema de siembra en surco doble con la variedad ICA-San Jorge, se procedió de igual manera a su respectivo análisis estadístico. (Tabla 19).

En la Tabla 19 se aprecia que el análisis de varianza para las diferentes variables involucradas en el experimento, desde el punto de vista estadístico, no presentan significancia.

Seguidamente, se realizaron los análisis estadísticos respectivos para la comparación de los dos sistemas de siembra propuestos, surco doble y surco simple, en la variedad ICA-Guantiva. (Tabla 20).

De acuerdo con los resultados vistos en la Tabla 20, el análisis de varianza muestra que estadísticamente hay diferencia altamente significativa con respecto al rendimiento obtenido entre los dos sistemas de siembra experimentados, mostrándose superior el sistema de siembra en surco doble con relación al sistema de siembra en surco simple.

Observando la variable grados de abono utilizados en el experimento, se encontraron resultados estadísticamente significativos, mostrando mayor rendimiento el grado 13-26-6 con relación al otro grado utilizado y que correspondió al 10-30-10, para la variedad ICA-Guantiva.

También se encontró que la variable distancia fue estadísticamente significativa; para apreciar mejor las diferencias entre las diferentes distancias

utilizadas se decidió realizar una prueba de Duncan, la cual mostró que los mejores tratamientos para los dos sistemas de siembra en la variedad ICA-Guantiva, fueron aquellos que incluían las distancias 30 y 20 cm entre plantas, Tabla 5.

Los análisis estadísticos de los diferentes experimentos propuestos en la variedad ICA-San Jorge, comparando los dos sistemas de siembra, se muestran en la Tabla 21.

Estadísticamente se encontró que al comparar los dos sistemas propuestos, el análisis mostró una diferencia altamente significativa, presentando como mejor sistema de siembra el de surco doble en relación al sistema de siembra convencional o surco simple.

La diferencia altamente significativa entre replicaciones indica que el diseño estadístico empleado fue adecuado.

Al observar las demás variables propuestas en los dos sistemas utilizados, se encuentra que no presentaron diferencias significativas.

La producción de papa obtenida con la variedad ICA-San Jorge, para cada método de siembra, fue clasificada por tamaños primera, segunda y tercera. (Tablas 22 y 23).

Con los resultados de tamaño en porcentaje se procedió a realizar los

TABLA 5. Comparación de los promedios de rendimiento para la característica distancia, utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%. Variedad ICA-Guativa. (Rendimiento en toneladas por hectárea).

No. del tratamiento	3	2	1
Distancias (cm)	40	30	20
Promedio	27.42	29.14	31.11

Los tratamientos unidos por una línea no son estadísticamente diferentes entre sí.

análisis de varianza. Para el sistema de siembra en surco doble no se presentaron diferencias significativas en relación a los diferentes tamaños; sin embargo, se apreció que un 80% de su producción fue papa tamaño comercial.

En el método de siembra surco simple el análisis de varianza mostró diferencias significativas para la interacción grado por dosis en los tamaños primera y tercera, (Tablas 24 y 25). Además, se pudo observar un porcentaje aproximado de 77% de papa comercial.

Con la variedad ICA-Guantiva se hizo un análisis de calidad de la papa comparando el peso específico obtenido en los diferentes tratamientos para cada sistema de siembra experimentado. Los resultados muestran un peso ligeramente mayor en surco simple con relación a surco doble, (Tabla 26).

4.2. Discusión.

Los resultados de los análisis estadísticos al comparar las dos variedades en estudio, mostraron una diferencia altamente significativa para la variable rendimiento, en los sistemas de siembra experimentados, siendo superior el rendimiento en el sistema de siembra surco doble.

Para la variedad ICA-San Jorge la diferencia en producción en los dos sistemas de siembra fue de 5.5 toneladas por hectárea, resultando mayor la producción en el sistema de siembra en surco doble,

lo que significó un incremento en la producción de 17.5% en relación a la producción que se obtuvo con el sistema de siembra en surco simple, (Tabla 6).

En la variedad ICA-Guativa, el sistema de siembra en surco doble dió una producción de 5.11 toneladas por hectárea, (Tabla 7), superior a surco simple; lo cual significó un incremento de la producción en un 19.1% con relación a la producción obtenida en el sistema de siembra en surco simple.

Un buen número de estolones que con un aporque normal dan origen a tubérculos por efecto de la luz al no haberse realizado el aporque para el sistema de siembra en surco doble, se convirtieron en tallos aéreos, afectando la producción final.

Durante el período vegetativo del cultivo se registraron 259.8 mm de precipitación pluvial, que es prácticamente la mitad de los 500 mm considerados por Burton (7) como el óptimo requerido para la producción de la papa durante todo su período vegetativo.

En un ensayo * que se realizó en forma simultánea al presente experimento, se confirmó la hipótesis planteada según la cual con el sistema de surco doble se presenta una mayor retención de humedad en el suelo con relación al sistema convencional o surco simple; por consiguiente, las diferencias de producción registradas se atribuyen principalmente a la retención de humedad.

* Tesis sin publicar por O. Blanco.

TABLA 6. Rendimientos promedios obtenidos para los sistemas de siembra en surco doble y surco simple, con la variedad ICA- San Jorge.

Sistema de siembra	Rendimiento (tonelada/hectárea)
Surco doble	36.8
Surco simple	31.3

TABLA 7. Rendimientos promedios obtenidos para los sistemas de siembra en surco doble y surco simple, con la variedad ICA- Guantiva.

Sistema de siembra	Rendimiento (tonelada/hectárea)
Surco doble	31.8
Surco simple	26.7

Los resultados obtenidos mostraron que en el sistema de siembra en surco doble, comparado con el sistema de siembra en surco simple, hay un mejor aprovechamiento de los fertilizantes, debido principalmente a la presencia de mayor humedad en el suelo lo cual favorece la solubilidad de los fertilizantes incorporados y disminuye la presión osmótica, lo que ayuda a la absorción de los nutrientes y agua por las raíces de las plantas.

Otro aspecto de interés está relacionado con la manera diferente como se comportaron las dos variedades en estudio a la infección natural Phytophthora infestans. En general, la variedad ICA-Guativa fue más susceptible que la variedad ICA-San Jorge. Posiblemente este factor también influyó para que los rendimientos en la variedad ICA-Guativa en los dos sistemas de siembra fueran inferiores a los rendimientos obtenidos con la variedad ICA-San Jorge.

4.2.1. Variedad ICA-San Jorge.

El análisis de varianza de las diferentes distancias estudiadas en los experimentos con la variedad ICA-San Jorge, no mostraron diferencias estadísticamente significativas, Tablas 18 y 19; en el sistema de siembra en surco doble, Tabla 8, se observa que los tratamientos donde fue incluida la distancia 20 cm entre plantas, muestran en promedio los rendimientos más altos con un total de 38.31 toneladas por hectárea; en forma similar se comportó la variedad en el sistema de siembra en surco simple, con un rendimiento

promedio de 32.98 toneladas por hectárea para los tratamientos donde estaba incluida la menor distancia.

Respecto a las otras distancias en estudio, se puede apreciar una producción superior 1.4 toneladas por hectárea, con la distancia 40 cm entre plantas en surco doble, con relación a la distancia de población de 30 cm.

En surco simple la distancia de 30 cm entre plantas resultó con un rendimiento superior de 1.72 toneladas por hectárea, con relación a la distancia de 40 cm entre plantas para los diferentes tratamientos.

En las dosis empleadas en los diferentes tratamientos de los experimentos realizados con la variedad para el sistema en surco doble, Tabla 9, se observa que la menor dosis de abono aplicado presentó el rendimiento mayor, 38.3 toneladas por hectárea; mientras que con la dosis más alta 1.6 toneladas por hectárea de abono, o sea el doble de la menor dosis, se obtuvo el menor rendimiento, 35.92 toneladas por hectárea. Este resultado indica que algún factor de producción para el cultivo, posiblemente la deficiente precipitación, Figura 2, durante el período vegetativo, no permitieron un mejor aprovechamiento del fertilizante aplicado al suelo por parte de la planta. Para el sistema de siembra en surco simple la dosis de 1.2 toneladas por hectárea de abono mostró los mayores rendimientos con 32.43 toneladas por hectárea; mientras que la dosis más alta, 1.6 toneladas por hectárea de fertilizante, presentó la menor producción promedio con una diferencia de 2.11 toneladas por hectárea

TABLA 8. Rendimientos promedios obtenidos para la variable distancias entre plantas en los dos métodos de siembra, para la variedad ICA-San Jorge.

Distancias en cm	Rendimiento en ton/ha.	
	Surco doble	surco simple
20	38.31	32.98
30	35.31	31.28
40	36.75	29.56

TABLA 9. Rendimientos obtenidos con la variable dosis de fertilización para los métodos de siembra en estudio, con la variedad ICA-San Jorge.

Dosis ton/ha.	Rendimiento en ton/ha.	
	Surco doble	Surco simple
0.8	38.30	31.37
1.2	36.15	32.43
1.6	35.92	30.02

de papa, en relación a la dosis de menor producción. Sin embargo, a pesar de las diferencias que se presentaron en producción para esta variedad, estadísticamente no fueron significativas.

Los grados de abono presentaron la siguiente tendencia: en surco doble se aprecia un rendimiento ligeramente mayor con el grado de abono 10-30-10, en el sistema de siembra surco simple se observa una diferencia de 2.1 toneladas por hectárea de producción, resultando más alta la producción con el grado de abono 10-30-10, Tabla 10.

TABLA 10. Rendimientos promedios obtenidos para la variable grados de abono, en los métodos de siembra en estudio, para la variedad ICA-San Jorge.

Grado de abono	Rendimiento en ton/ha.	
	Surco doble	Surco simple
13-26-6	36.15	30.22
10-30-10	37.13	32.32

4.2.2. Variedad ICA-Guantiva.

Para la variedad ICA-Guantiva los resultados encontrados para los métodos de siembra en estudio, mostraron una mayor producción en rendimiento para la distancia 20 cm entre plantas.

En el sistema de siembra en surco doble se aprecia una ligera diferencia de 0.7 y 0.6 toneladas por hectárea en rendimiento para las diferentes distancias del experimento, Tabla 11. Sin embargo, en el sistema de siembra en surco simple, las diferencias son bastante marcadas, 3.2 y 2.77 toneladas por hectárea en rendimiento, entre las tres distancias; además, el resultado del análisis estadístico (Tabla 16), presentó diferencias altamente significativas. Al realizar la prueba de rango múltiple de Duncan, se encontró que la distancia 20 cm entre plantas produjo los más altos rendimientos en los diferentes tratamientos experimentados (Tabla 2).

En la Tabla 12 se puede apreciar los resultados obtenidos con la variable dosis de fertilización. En el sistema de siembra en surco doble muestra que la dosis 1.2 toneladas por hectárea de abono completo da un rendimiento ligeramente superior, 0.5 toneladas en producción por hectárea, con respecto al tratamiento de 1.6 toneladas de abono completo. En surco simple el rendimiento más alto en producción se alcanzó con la dosis de 1.6 toneladas por hectárea de abono y el menor rendimiento se registró con la dosis 0.8 toneladas por hectárea de abono. Las diferencias

TABLA 11. Rendimientos promedios obtenidos para la variable distancias entre plantas, en los métodos de siembra en estudio, para la variedad ICA-Quantiva.

Distancia cm	Rendimiento en ton/ha.	
	Surco doble	Surco simple
20	32.48	29.74
30	31.77	26.52
40	31.09	23.75

TABLA 12. Rendimientos promedios obtenidos para la variable dosis de fertilización, en los métodos de siembra en estudio, para la variedad ICA-Quantiva.

Dosis ton/ha.	Rendimiento en ton/ha.	
	Surco doble	Surco simple
0.8	30.50	25.25
1.2	32.70	26.63
1.6	32.13	28.13

en producción entre el mayor y menor rendimiento fue de 2.5 toneladas por hectárea; sin embargo, este resultado no fue estadísticamente significativo.

La Tabla 13 muestra los resultados obtenidos en esta variedad en relación a los grados experimentados con el método de siembra en surco doble. Los mayores rendimientos, 32.68 toneladas por hectárea, se obtuvieron utilizando el grado de abono 13-26-6; pero no se presentaron diferencias significativas. Para el sistema de siembra en surco simple, el mayor rendimiento se obtuvo con el grado de abono 13-26-6, además se observó que fue estadísticamente significativo con relación al grado 10-30-10. Posiblemente la cantidad de precipitación, 159.8 mm, durante el período vegetativo del cultivo, influyó en los resultados encontrados, (Figura 2).

TABLA 13. Rendimientos promedios obtenidos para la variable grados de abono, en los métodos de siembra en estudio, para la variedad ICA-Guantiva.

Grado de abono	Rendimiento en ton/ha.	
	Surco doble	Surco simple
13-26-6	32.68	28.18
10-30-10	30.88	25.16

4.3. Análisis Económico.

Se realizó un análisis de rentabilidad, para los diferentes tratamientos en estudio, con el propósito de analizar aquellos que ofrecen un mejor ingreso neto por hectárea.

La rentabilidad, según Acosta (1), se puede definir de la siguiente manera:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ingreso neto}}{\text{Ingreso total}} \times 100$$

El análisis de rentabilidad se hizo de acuerdo con los costos de producción que se detallan en las Tablas 27 y 28.

En la Figura 3 se observa los precios de mercadeo para el producto durante los meses de cosecha.

La rentabilidad que aparece en las Tablas 14 y 15, se calculó en base a un promedio de los precios de mercadeo del producto en los meses de septiembre y octubre; debido a que la cosecha se efectuó el 10 de septiembre y el hábito de consumo en Colombia se inclina preferencialmente por la papa fresca.

Teniendo en cuenta que las dosis de fertilizantes aplicados y la cantidad de semilla empleada para cada tratamiento, representan más del 90% de los costos variables en cada experimento realizado, (Tabla 27);

TABLA 14. Análisis de rentabilidad por peso invertido para los tratamientos que proporcionaron el mayor ingreso neto en los dos sistemas de siembra, para la variedad ICA-San Jorge.

Sistema de siembra	Costos Totales	Ingreso Neto Septiembre	Rentabilidad* (%) Septiembre
Surco doble	25.523.11	158.292.61	6.2
Surco simple	27.736.95	135.501.45	4.8

* La rentabilidad se calculó sin restarle al ingreso neto lo correspondiente a impuestos.

TABLA 15. Análisis de rentabilidad por peso invertido para los tratamientos que proporcionaron el mayor ingreso neto en los dos sistemas de siembra, para la variedad ICA-Guantiva.

Sistema de siembra	Costos Totales	Ingreso Neto Septiembre	Rentabilidad* (%) Septiembre
Surco doble	30.760.94	105.565.56	3.4
Surco simple	30.777.96	94.634.14	3.0

* La rentabilidad se calculó sin restarle al ingreso neto lo correspondiente a impuestos.

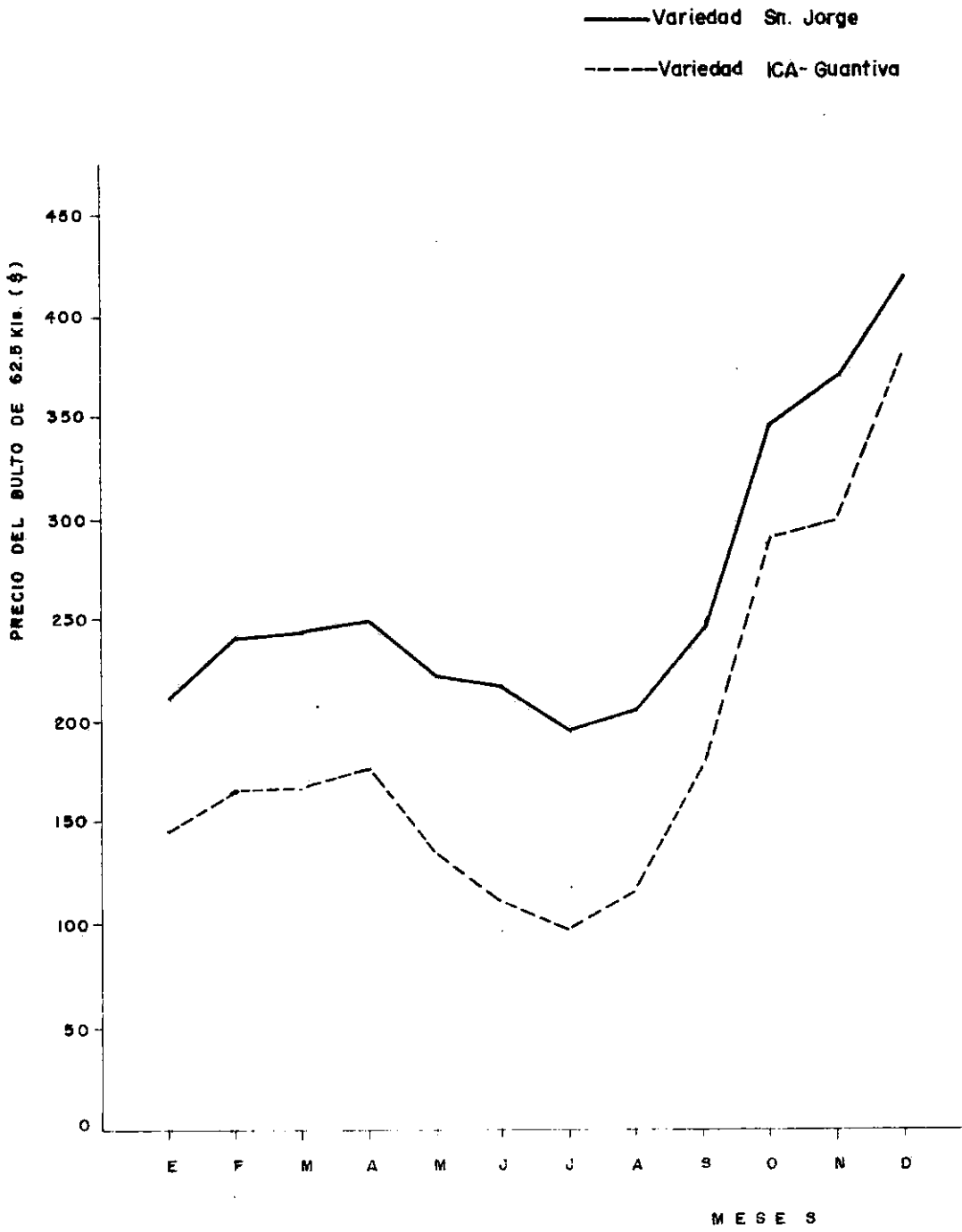


Figura 3 - VARIACION DEL PRECIO DE VENTA AÑO 1976

y además, los análisis estadísticos mostraron que para la variable distancia sólo en la variedad ICA-Guantiva, en surco simple, se presentan diferencias significativas; mientras que para la variable dosis de fertilizantes no se presentaron, en ninguno de los experimentos realizados.

En los resultados de la variedad ICA-San Jorge con los dos sistemas de siembra propuestos (Tabla 14), se observa que el tratamiento que incluyó la mayor distancia de siembra, 40 cm entre plantas, y la menor dosis de abono, 0.8 toneladas por hectárea con el grado 13-26-6, presentó la más alta rentabilidad. Para la variedad en el método de siembra surco doble (Tabla 29), se aprecia en forma general que la menor cantidad de semilla empleada y la menor dosis de abono aplicado (menos costos), presentaron la rentabilidad más alta. Para el sistema de siembra en surco simple, la mayor rentabilidad se obtuvo con el grado de abono 10-30-10 con una dosis de 1.2 toneladas por hectárea y una distancia de 30 cm entre plantas. En general, para este sistema de siembra con la distancia de 30 cm entre plantas, hay una tendencia a presentar la más alta rentabilidad con los diferentes tratamientos estudiados, (Tabla 30).

Los resultados de la Tabla 15 para la variedad ICA-Guantiva en el sistema de siembra surco doble, muestran que la dosis 1.2 toneladas por hectárea de fertilizante, grado 13-26-6, con la distancia 40 cm entre plantas, es la de mayor rentabilidad. Con el grado 13-26-6 se observa

una tendencia a presentar las más altas rentabilidad con la distancia de 40 cm entre plantas y la dosis más alta de fertilizante; mientras que para el grado 10-30-10, la distancia 30 cm entre plantas y una dosis de 1.2 toneladas por hectárea de fertilizante, tiende a presentar la mayor rentabilidad en los diferentes tratamientos en estudio, (Tabla 31).

En el sistema de siembra en surco simple se aprecia que la mayor rentabilidad se obtuvo con la menor dosis de abono, o sea 0.8 toneladas por hectárea, y la menor distancia, 20 cm entre plantas. Para este sistema de siembra la menor dosis y la menor distancia (menor costo de producción), en general, tienden a producir la más alta rentabilidad; además, el grado de abono 13-26-6 mostró producir mayor rentabilidad en los diferentes tratamientos para la variedad y el sistema de siembra con relación al grado de abono 10-30-10, (Tabla 32).

5. CONCLUSIONES

1. El método de siembra en surco doble mostró mayor eficiencia productiva, los rendimientos obtenidos en promedio fueron superiores a los promedios alcanzados con el método convencional de surco simple.
2. Para los diferentes experimentos, de los dos sistemas de siembra en estudio, la menor distancia entre plantas fue la que produjo en promedio los más altos rendimientos.
3. La variedad ICA-San Jorge produjo los rendimientos más altos con la menor dosis de abono aplicado, en el sistema de siembra surco doble; mientras que en surco simple la dosis 1.2 toneladas por hectárea de abono dió en promedio los mayores rendimientos.
4. En la variedad ICA-Guativa la dosis 1.2 toneladas por hectárea de abono mostró los más altos rendimientos en promedio, con el sistema de siembra surco doble. En surco simple la dosis más alta de abono aplicado, 1.6 toneladas por hectárea, produjo el promedio mayor en rendimiento.
5. Los rendimientos promedios obtenidos para la variable grados de abono, mostraron en la variedad ICA-San Jorge ser mayores con

el grado de abono 10-30-10 en los dos sistemas de siembra. Para la variedad ICA-Guativa los rendimientos más altos en promedio se obtuvieron con el grado de abono 13-26-6, en los dos métodos de siembra.

6. El análisis económico de la producción demostró que el método de siembra en surco doble ofreció una rentabilidad promedia mayor, por lo que se incrementó la productividad económica del cultivo.
7. En la producción obtenida para la variedad ICA-San Jorge, se determinó un mayor porcentaje de tubérculos tamaño comercial en el sistema de siembra de surco doble, en relación a surco simple.
8. La variedad ICA-Guativa mostró en promedio un mayor peso específico con el método de siembra en surco simple, en relación a surco doble.
9. Los experimentos realizados para las dos variedades en estudio, por el método de siembra en surco doble, no mostraron diferencias estadísticamente significativas para las variables propuestas.
10. Es conveniente aplicar los resultados encontrados en el presente trabajo a escala semicomercial.

6. RESUMEN

En 1976 se realizaron cuatro experimentos en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá" del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), localizado en Mosquera, Cundinamarca, a 2.550 m.s.n.m. con temperatura media anual de 13.1°C y precipitación media anual de 631 mm.

Se utilizó como diseño de tratamientos el de parcelas subdivididas en un diseño básico de bloques al azar con cuatro repeticiones, para determinar diferencias en rendimiento de tubérculos de dos variedades de papa, ICA-San Jorge e ICA-Guativa (Solanum tuberosum ssp. andigena), sembradas en el sistema de surco doble y en el método convencional de surco simple, a distancias de 20, 30 y 40 cm entre plantas y dosis de 0.8, 1.2 y 1.6 toneladas por hectárea de dos fertilizantes comerciales.

Con una precipitación de 259.8 mm durante el período vegetativo, tanto la variedad ICA-San Jorge como la ICA-Guativa sembradas en el sistema de surco doble tuvieron un rendimiento altamente significativo, en comparación con el método convencional de surco simple, es decir 34.28 y 28.97 toneladas por hectárea, respectivamente. En la producción obtenida en surco doble se determinó mayor porcentaje de tubérculos tamaño comercial, 80%, y un peso específico de 1.073, en relación al porcentaje de 77% y un peso específico de 1.074 registrados en surco simple.

En cuanto a la densidad de población, en ambos sistemas de siembra y con las dos variedades, se obtuvieron promedios más altos de rendimiento para la distancia de 20 cm entre plantas.

Con respecto a dosis de fertilización, se obtuvieron mayores rendimientos con menor dosis en el sistema de surco doble.

Para la variedad ICA-San Jorge se registraron los más altos promedios de rendimiento, 38.3 toneladas por hectárea, con la dosis 0.8 toneladas por hectárea de abono grado 10-30-10, en surco doble; mientras que para el sistema de siembra en surco simple los mayores promedios de rendimiento obtenidos fueron 32.43 toneladas por hectárea, con la dosis 1.2 toneladas por hectárea de abono grado 10-30-10.

Para la variedad ICA-Guantiva el mejor promedio de rendimiento que se obtuvo fue de 32.68 toneladas por hectárea, con una dosis de 1.2 toneladas por hectárea de abono 13-26-6 en el sistema de siembra surco doble; para el sistema de siembra en surco simple los más altos rendimientos fueron de 28.18 toneladas por hectárea, con una dosis de 1.6 toneladas por hectárea de abono 13-26-6.

El análisis económico de la producción total muestra que la siembra en surco doble ofrece una rentabilidad promedio de 3.62% frente a 2.87% del método convencional de surco simple. Por lo tanto, se concluye que el sistema de siembra de la papa en surco doble incrementa la productividad económica del cultivo.

7. SUMMARY

In 1976, four experiments were carried out at the National Agricultural Research Center "Tibaitatá" of the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), which is located in Mosquera, Cundinamarca, at 2.550 meters above sea level, with a medium annual temperature of 13.1°C and a medium annual rain fall of 631 mm.

Split plot design was used for treatments arranged in a basic design of randomized blocks with four replications, to find differences in tuber yield of the varieties ICA-San Jorge and ICA-Guantiva (Solanum tuberosum ssp. andigena), which were planted in a system of double row and the conventional method of simple row, with planting distances of 20, 30 and 40 cm between plants and dosis of 0.8, 1.2 and 1.6 ton per hectare of two commercial fertilizer grades.

With a rain fall of 259.8 mm during the growing period, the tuber yields obtained in both varieties were highly significant in favor of the double row, compared with yields obtained in the single row; with an overage of 34.28 and 28.97 ton per hectare, respectively. The material harvested in the double row system gave 80% of commercial size tubers with an average specific gravity of 1.073, while in a single row method 77% and 1.074 was respectevoly registered.

Regarding plant density, the highest average yields correspond to the distance of 20 cm between plants in both planting systems and both varieties.

With respect to fertilization dosis, higher yields were obtained with lower dosis in the double row system.

For the ICA-San Jorge variety the highest average yield was 38.3 tons per hectare, with 0.8 tons per hectare of fertilizer grade 10-30-10 as the dosis, in the double row system; while for the simple row system the highest average yield obtained was only 32.43 tons per hectare with the dosis of 1.2 tons of the same fertilizer.

For the ICA-Guantiva variety the highest average yield obtained was 32.68 tons per hectare, with the dosis of 1.2 tons per hectare of fertilizer grade 13-26-6 in the double row seeding system; for the single row system the highest yield was 28.18 tons per hectare with the dosis of 1.6 tons of the same fertilizer.

The economic analysis of the total production shows that the double row systems offers a rentability average of 3.62% in comparison with 2.87% for the conventional single row method. For this reason, it was concluded that the potato planting system of double row increases the economic productivity of the crop.

BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, J.; FLORES, V.; LONDOÑO, D.; OROZCO, R. y NARANJO, A. Administración de Empresas Agropecuarias. Bogotá, ICA, 1976. pp. 61-79.
2. ALVARADO, L.F. Respuesta de diferentes densidades de población a tres niveles de fertilización de la papa. Bogotá, ICA, 1976. 14 p. (Mecanografiado).
3. BARNES, W.C. Effects of soil acidity and some minor elements on the growth of irish cobbler potatoes in South Carolina. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 44: 379-380. 1944.
4. BODLAENDER, K.B.A. Influence of temperature, radiation, and photoperiod on development and yield. In Ivis, J.D. and Milthorpe, F.L. The growth of the potato. London, Butterworths, 1963. pp. 199-210.
5. BOYD, D.A. and DERMOTT, W. Fertilizer experiments on main crop potatoes. England. J. Agric. Sci. Cam. 63: 249-259. 1964.
6. BREMNER, P.M. and EL SAEED, A.K. The significance of seed size and spacing. In Ivins, J.D. and Milthorpe, F.L. The growth of the potato. London, Butterworths, 1963. pp. 267-280.
7. BURTON, W.G. The potato survey of its history and of factors influencing its yield, nutritive value, quality and storage. Wageningen, The Netherlands, Veeman and Zonen, 1966. 382 p.
8. _____. The potato, a survey of its history and of factors influencing its yield, nutritive value and storage. London, Chapman and Hall, 1948. 286 p.

9. BUSHNELL, J. The relation of temperature to growth and respiration in the potato plant. *Minn. Agr. Exp. Sta.* 1925. 29 p.
10. COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. OFICINA DE PLANEAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO. *Programas Agrícolas.* Bogotá, 1975. pp. 150-175.
11. _____. OFICINA DE PLANEAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO. *Evaluación y Programación Agrícolas 1976-1977; cultivo papa.* Bogotá, 1977. 7 p. (Mimeografiado).
12. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. *Censo Agropecuario.* Bogotá, 1970. 27 p.
13. ESPINAL T., S. y MONTENEGRO, E. *Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico.* Bogotá, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", 1963. 210 p.
14. ESTRADA R., N. y PEREZ M., E. ICA-Tolima, ICA-Huila e ICA-Guativa tres variedades hermanas con buenas características hortícolas. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Programa de Tuberosas, 1973. 12 p.
15. ESTRADA, N. Organización y planeamiento para el mejoramiento de la papa, tamaño de la semilla y densidad de siembra. *Agricultura Tropical* 7(8): 16-17. 1971.
16. GREGORY, L.E. Some factors for tuberization in potato plant. *American Journal of Botany.* 43: 281-288. 1956.
17. HEIDRICK, L.; ESTRADA, N.; LUJAN, L.; PEREZ, E. y ESTRADA, R. Recomendaciones generales sobre el cultivo de la papa en la sabana de Bogotá, de acuerdo con observaciones hechas en Tibaitatá. *Agricultura Tropical.* 14(15): 297-305. 1958.

18. HEIDRICK, L.; ESTRADA, N.; LUJAN, L.; PEREZ, E. y ESTRADA, R. Recomendaciones generales sobre el cultivo de la papa en la sabana de Bogotá, de acuerdo con observaciones hechas en Tibaitatá. *Agricultura Tropical*. 19(4): 207-219. 1963.
19. HOAGLAND, D.R. Lectures in the inorganic nutrition of plants. Waltham, Mass., *Chronica Botanica*, 1944. 226 p.
20. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. DEPARTAMENTO DE INGENIERO AGRICOLA. PROGRAMA DE DESARROLLO DE AGUA Y TIERRA. *Boletín Metereológico No. 8*. Bogotá, 1964. 43 p.
21. LORA S., R. y WIECZORECK, A. Fertilización de la papa en Colombia. In Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Tuberosas. Conferencias del curso sobre papa. Bogotá, 1976. pp. 45-55.
22. LUJAN C., L. Evolución del cultivo de la papa en Colombia. In Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Tuberosas. Conferencias del curso sobre papa. Bogotá, 1976. pp. 2-29.
23. MARTINEZ, A.G. Proyecto de irrigación de la Sabana de Bogotá y áreas vecinas. In Informe Anual CAR-DIA. Bogotá, 1963. 12 p.
24. MILTHORPE, F.L. Some aspects of plant growth and introductory survey. In Ivis, J.D. and Milthorpe, F.L. *The Growth of the potato*. London, Butterworths, 1963. pp. 3-16.
25. MORALES V., J.M. Reconocimiento detallado de los suelos del C.N. I.A. Tibaitatá. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1976. 150 p.
26. MORENO S., M.C. Análisis de la productividad de papa en Cundinamarca, Boyacá y Nariño. Tesis M.S. Bogotá, UN-ICA, 1970. 85 p. (Mimeografiado)

27. PENMAN, H.L. Weather and water in the growth of potatoes. In Ivis, J.D. and Milthorpe, F.L. The growth of the potato. London, Butterworths, 1963. pp. 191-198.
28. REYES, H.L. Productividad de cuatro variedades de papa en dos pisos térmicos de los Andes Colombianos. Tesis Bióloga. Bogotá, Universidad Nacional, Facultad de Ciencias, 1976. 65 p.
29. RICO R., C.H. Análisis agroeconómicos de la aplicación de fertilizantes con diferentes densidades de población y variedades de papa (Solanum tuberosum). Tesis M.S. Bogotá, UN-ICA, 1974. 115 p. (Mimeografiado).
30. SLATER, J.W. Mechanisms of tuber initiation. In Ivis, J.D. and Milthorpe, F.L. The growth of the potato. London, Butterworths, 1963. pp. 114-120.
31. SMITH, O. Potatoes, production, storing procesing. West Port, Ari., 1968. 642 p.
32. STEEL, R.G. and TORRIE, J.M. Principles and procedures of statistics, with especial reference to biological sciences. New York, Mc Graw-Hill, 1960. 481 p.
33. WERNER, D.O. The effect of a controlled nitrogen supply with different temperatures and photoperiods upon the development of the potato plant. Neb. Agric. Exp. Sta., 1934. 132 p. (Research Bull., No. 75).
34. WIECZORECK, A. Fertilización de la papa (Solanum tuberosum spp. andigena) en Colombia. In ICA, Reunión Anual del Programa de Suelos. Bogotá, 1973. pp. 23-45.

APENDICE

TABLA 16. Análisis de varianza para la característica Rendimiento en la variedad ICA-Guativa, cultivada por el sistema surco simple.

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada
Replicaciones	3	133.88062	44.626872	1.48673 NS
Grado	1	164.37867	164.378668	5.47622 NS
Error A	3	90.05049	30.016831	
Dosis	2	99.82583	49.912917	0.41429 NS
Grado x Dosis	2	319.32614	159.663072	1.32525 NS
Error B	12	1445.73280	120.477733	
Distancia	2	431.26043	215.630217	7.32831 **
Grado x Distancia	2	196.47281	98.236406	3.33862 *
Dosis x Distancia	4	73.01333	18.253333	0.62034 NS
Grado x Dosis x Distancia	4	183.79164	45.947910	1.56157 NS
Error C	36	1059.27352	29.424264	
Total corregido	71	4197.00629	59.112765	

NS = No significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

C.V. = 20.3361497

TABLA 17. Análisis de varianza para la característica Rendimiento en la variedad ICA-Guantiva, cultivada por el sistema de siembra surco doble.

Fuente de Variación	G L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada
Replicaciones	3	165.18278	55.0609273	4.48198 NS
Grado	1	58.33800	58.3380014	4.74874 NS
Error A	3	36.85485	12.2849495	
Dosis	2	62.70922	31.3546097	0.63800 NS
Grado x Dosis	2	44.59384	22.2969181	0.45370 NS
Error B	12	589.74168	49.1451398	
Distancia	2	23.39967	11.6998347	0.20922 NS
Grado x Distancia	2	166.02672	83.0133597	1.48448 NS
Dosis x Distancia	4	207.02867	51.7571681	0.92554 NS
Grado x Dosis x Distancia	4	97.58516	24.3962889	0.43626 NS
Error	36	2013.15112	55.9208644	
Total Corregido	71	3464.61170	48.7973479	

NS = No significativo

C. V. = 23.5288543

TABLA 18. Análisis de varianza para la característica Rendimiento en la variedad ICA-San Jorge, cultivada por el sistema de siembra surco simple.

Fuente de Variación	G L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada
Replicaciones	3	1788.81905	579.606350	8.17691 NS
Grado	1	79.29602	79.296022	1.11868 NS
Error A	3	212.64994	70.883315	
Dosis	2	70.03584	35.017918	0.51459 NS
Grado x Dosis	2	587.28039	293.640151	4.31507 *
Error B	12	816.59817	68.049848	
Distancia	2	140.39195	70.195976	1.56943 NS
Grado x Distancia	2	40.03452	20.017260	0.44754 NS
Dosis x Distancia	4	131.42587	32.866568	0.73459 NS
Grado x Dosis x Distancia	4	59.09451	14.777169	0.33031 NS
Error C	36	1610.17808	44.727169	
Total Corregido	71	5485.80426	77.264849	

NS : No significativo

* = Significativo al 5%

C. V. = 21.3815037

TABLA 19. Análisis de varianza para la característica Rendimiento en la variedad ICA-San Jorge, cultivada por el sistema de siembra surco doble.

Fuente de Variación	G. L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada
Replicaciones	3	27.39451	9.1315019	0.09215 NS
Grado	1	8.44605	8.446050	0.08523 NS
Error A	3	297.27699	99.0923315	
Dosis	2	82.71022	41.3551097	1.04875 NS
Grado x Dosis	2	138.71778	69.3588875	1.75892 NS
Error B	12	473.19132	39.4326097	
Distancia	2	107.86774	53.933872	2.37278 NS
Grado x Distancia	2	21.37030	10.6851500	0.47009 NS
Dosis x Distancia	4	134.81781	33.7044514	1.48280 NS
Grado x Dosis x Distancia	4	58.34030	14.5850750	0.64166 NS
Error C	36	818.28718	22.7301995	
Total Corregido	71	2168.42019	30.5411295	

NS = No significativo

C. V. = 12.9573472

TABLA 20. Análisis de varianza para la característica Rendimiento de la variedad ICA-Guativa, para los dos sistemas de siembra propuestos: surco doble vs. surco simple.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada
Replicaciones	6	299.06340	49.843900	0.96285 NS
Sistemas de Siembra	1	939.52467	939.524669	18.14910 **
Grado	1	209.28444	209.284444	4.0482 *
Dosis	2	136.36619	68.183097	1.31711 NS
Distancia	2	327.74566	163.872830	3.16558 *
Ensayo x Grado	1	13.43222	13.432225	0.25947 NS
Ensayo x Dosis	2	26.16886	13.084430	0.25276 NS
Ensayo x Distancia	2	126.91444	63.457222	1.22582 NS
Error	126	6222.64276	51.767006	
Total Corregido	143	8601.14266	60.147851	

NS = No significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

C. V. = 24.6165167

TABLA 21. Análisis de varianza para la característica Rendimiento de la variedad ICA-San Jorge, para los dos sistemas de siembra propuestos: surco doble vs. surco simple.

Fuente de Variación	G. L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada
Replicaciones	6	1766.21356	294.36893	6.86955 **
Sistemas de Siembra	1	1095.38934	1095.38934	15.56297 **
Grado	1	69.75034	69.75034	1.62773 NS
Dosis	2	88.14262	44.071131	1.02847 NS
Distancia	2	187.61251	93.80626	2.18911 NS
Ensayo x Grado	1	17.99174	17.99174	0.41986 NS
Ensayo x Dosis	2	64.60344	32.30172	0.75381 NS
Ensayo x Distancia	2	60.64718	30.32359	0.70765 NS
Error	126	5399.26307	42.85129	
Total Corregido	143	8749.61380	61.18611	

NS = No significativo

** = Significativo al 1%

C. V. = 19.2324650

TABLA 22. Clasificación de la papa de acuerdo a los diferentes tamaños para la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra de surco doble.

Dosis ton/ha.	Grado	Distancia cm.	Diferentes Tamaños en Porcentaje		
			Primera	Segunda	Tercera
0.8	13-26-6	20	45.06	32.80	22.12
0.8	13-26-6	30	47.42	36.44	16.12
0.8	13-26-6	40	49.33	33.69	16.96
1.2	13-26-6	20	28.37	38.86	32.75
1.2	13-26-6	30	44.30	34.57	21.11
1.2	13-26-6	40	39.94	38.37	21.67
1.6	13-26-6	20	35.64	38.44	25.90
1.6	13-26-6	30	45.32	42.85	11.81
1.6	13-26-6	40	38.27	36.37	25.35
0.8	10-30-10	20	40.36	33.66	25.83
0.8	10-30-10	30	42.33	36.19	21.46
0.8	10-30-10	40	44.78	33.78	21.42
1.2	10-30-10	20	44.20	33.52	22.26
1.2	10-30-10	30	51.56	34.81	13.62
1.2	10-30-10	40	44.23	35.46	20.29
1.6	10-30-10	20	35.88	40.55	23.55
1.6	10-30-10	30	52.82	33.81	13.85
1.6	10-30-10	40	44.23	35.46	20.29

TABLA 23. Clasificación de la papa de acuerdo a los diferentes tamaños para la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra de surco simple.

Dosis ton/ha.	Grado	Distancia cm.	Diferentes Tamaños en Porcentaje		
			Primera	Segunda	Tercera
0.8	13-26-6	20	47.95	28.34	23.69
0.8	13-26-6	30	48.15	24.63	27.21
0.8	13-26-6	40	43.36	35.62	21.00
1.2	13-26-6	20	49.83	28.34	21.82
1.2	13-26-6	30	39.44	36.06	24.49
1.2	13-26-6	40	39.81	43.62	16.56
1.6	13-26-6	20	47.05	33.60	19.34
1.6	13-26-6	30	32.75	37.22	30.01
1.6	13-26-6	40	50.60	31.89	17.50
0.8	10-30-10	20	37.57	43.45	18.96
0.8	10-30-10	30	42.93	38.55	18.59
0.8	10-30-10	40	42.15	38.96	18.88
1.2	10-30-10	20	38.14	31.23	30.61
1.2	10-30-10	30	51.47	33.85	14.67
1.2	10-30-10	40	43.89	35.43	20.67
1.6	10-30-10	20	37.19	27.65	35.15
1.6	10-30-10	30	38.79	39.99	21.21
1.6	10-30-10	40	42.57	36.46	20.95

TABLA 24. Análisis de varianza para la variable Tamaño Primera en la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra surco simple.

Fuente de Variación	G. L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada
Replicación	3	164.63264	54.8775463	1.99234 NS
Grado	1	1.36125	1.3612500	0.04942 NS
Error A	3	02.63264	27.5442130	
Dosis	2	37.19444	18.5972222	0.72284 NS
Grado x Dosis	2	103.73556	51.6950000	2.00929 NS
Error B	12	308.73556	25.7279630	
Distancia	2	14.46361	7.2318056	0.38014 NS
Grado x Distancia	2	154.27583	77.1379167	4.05478 *
Dosis x Distancia	4	20.43889	5.1097222	0.26859 NS
Grado x Dosis x Distancia	4	4.71167	1.1779167	0.06192 NS
Error C	24	456.57444	19.0239352	
Total Corregido	71	1494.73319	21.0525802	

NS = No significativo

* = Significativo al 5%

C.V. = 24.6174852

TABLA 25. Análisis de varianza para la variable Tamaño Tercera en la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra surco simple.

Fuente de Variación	G. L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada
Replicación	3	983.71444	327.904815	4.26354 NS
Grado	1	51.34222	51.34222	0.66758 NS
Error A	3	230.72556	76.908519	
Dosis	2	60.02861	30.014306	0.50039 NS
Grado x Dosis	2	161.04528	80.522639	1.34245 NS
Error B	12	719.78167	59.981806	
Distancia	2	19.32194	9.660972	0.26155 NS
Grado x Distancia	2	268.29194	134.145972	3.63171 *
Dosis x Distancia	4	48.05972	12.014931	0.32528 NS
Grado x Dosis x Distancia	4	64.26806	16.067014	0.43498 NS
Total Corregido	71	3764.19778	53.016870	

NS = No significativo

* = Significativo al 5%

C. V. = 6.43586918

TABLA 26. Resultado del peso específico para los diferentes tratamientos experimentados en la variedad ICA-Guativa en los dos sistemas de siembra propuestos.

Dosis ton/ha.	Tratamientos		Peso Específico	
	Grado	Distancia cm.	Surco simple	Surco doble
0.8	13-26-6	20	1.076	1.080
0.8	13-26-6	30	1.072	1.075
0.8	13-26-6	40	1.073	1.073
1.2	13-26-6	20	1.076	1.074
1.2	13-26-6	30	1.074	1.074
1.2	13-26-6	40	1.073	1.076
1.6	13-26-6	20	1.074	1.074
1.6	13-26-6	30	1.075	1.070
1.6	13-26-6	40	1.070	1.070
0.8	10-30-10	20	1.074	1.072
0.8	10-30-10	30	1.074	1.071
0.8	10-30-10	40	1.076	1.075
1.2	10-30-10	20	1.078	1.076
1.2	10-30-10	30	1.074	1.075
1.2	10-30-10	40	1.075	1.072
1.6	10-30-10	20	1.076	1.073
1.6	10-30-10	30	1.072	1.074
1.6	10-30-10	40	1.073	1.073

TABLA 27. Costos de producción para el cultivo de la papa durante el primer semestre de 1976. Variedad ICA-San Jorge.

	\$
1. Preparación de Tierra:	
1.1 Arada (2 horas máquina)	720.00
1.2 Rastrillada (3 horas máquina)	1.080.00
1.3 Surcada (1 hora máquina)	360.00
1.4 Tapada de la semilla (1 hora máquina)	360.00
1.5 Aporque	540.00 *
2. Siembra:	
2.1 Dos jornales a \$ 50 c/u.	100.00
2.2 Dos jornales fertilización	100.00
3. Control de Malezas y Fitosanitario:	
3.1 Valor de 2 kg de Afalon	202.52
3.2 Valor del Manzathe D (2.7 kg)	156.60
3.3 Valor del Dithane M-45 (2.7 kg x 3)	477.90
3.4 Valor del Temik (20 kg)	2.616.00
3.5 Aplicación de fitosanitarios (5 horas máquina)	1.800.00
3.6 Aplicación Temik (0.5 jornales)	25.00
4. Cosecha:	
4.1 Doce jornales a \$ 50 c/u.	600.00
5. Costos Indirectos:	
5.1 Alquiler de tierra por semestre	1.500.00
Total Costos Constantes :	10.637.12

* Se debe restar al total de costos constantes para surco doble.

El total de costos variables está dado por la suma de los costos por fertilizantes, por los costos de la semilla para cada tratamiento, intereses sobre capital invertido al 16% anual durante un semestre, y el de los costales requeridos para cada producción; considerando que la duración probable para cada costal es de tres cosechas.

TABLA 28. Costos de producción para el cultivo de la papa durante el primer semestre de 1976. Variedad ICA-Guantiva.

	\$
1. Preparación de Tierra:	
1.1 Arada (2 horas máquina)	720.00
1.2 Rastrillada (3 horas máquina)	1.080.00
1.3 Surcada (1 hora máquina)	360.00
1.4 Tapada de la semilla (1 hora máquina)	360.00
1.5 Aporque	540.00 *
2. Siembra:	
2.1 Dos jornales a \$ 50 c/u.	100.00
2.2 Dos jornales para fertilización	100.00
3. Control de Malezas y Fitosanitarios:	
3.1 Valor de 2 kg de Afalon	202.52
3.2 Valor del Manzathe (2.7 kg)	156.60
3.3 Valor del Dithane M-45 (2.7 kg x 3)	477.90
3.4 Valor del Temik (20 kg)	2.616.00
3.5 Valor caldo Bordeles (5 kg)	700.00
3.6 Aplicación de Fitosanitarios (8 horas máquina)	2.880.00
3.7 Aplicación Temik (0.5 jornales)	25.00
4. Cosecha:	
4.1 12 Jornales a \$ 50 c/u.	600.00
5. Costos Indirectos:	
5.1 Alquiler de tierra por semestre	1.500.00
Total de Costos Constantes:	12.418.02

* Se debe restar al total de costos constantes para surco doble.

El total de costos variables están dados por la suma de los costos por fertilizantes, los costos de la semilla para cada tratamiento, intereses sobre capital invertido al 16% anual durante un semestre, y el valor de los costales requeridos para cada producción; considerando que la duración probable de cada costal es de tres cosechas.

TABLA 29. Análisis de rentabilidad para la variedad ICA-San Jorge, por el sistema de siembra de surco

doble.

Tratamiento No.	Costo Total	Ingreso Bruto		Ingreso Neto		Rendimiento	
		Septiembre	Octubre	Septiembre	Octubre	Sept.	Oct.
1	29,005.72	156,153.60	224,470.80	127,147.88	195,465.08	4.38	6.73
2	26,395.75	139,610.88	200,690.64	113,215.13	174,294.89	4.28	6.60
3	25,523.11	150,823.68	216,809.04	125,299.93	191,285.29	4.90	7.49
4	32,051.07	134,906.88	193,928.64	102,855.81	161,877.57	3.20	5.05
5	29,801.47	134,380.80	193,172.40	104,579.33	163,370.93	3.50	5.48
6	28,370.43	120,775.68	173,615.04	92,405.25	145,244.61	3.25	5.11
7	35,632.35	137,479.68	197,627.04	101,847.33	161,994.72	2.85	4.54
8	33,290.73	132,864.00	190,992.00	99,573.27	157,701.27	2.99	4.73
9	32,613.96	152,820.48	219,624.24	120,206.52	187,010.28	3.68	5.73
10	29,924.63	157,678.08	226,662.24	127,753.45	196,737.61	4.26	6.57
11	27,266.92	138,996.48	199,807.44	111,729.56	172,540.52	4.09	6.32
12	26,148.04	139,265.28	200,193.84	113,117.24	174,045.80	4.32	6.65
13	33,682.12	148,416.00	213,348.00	114,733.88	179,665.88	3.40	5.33
14	31,488.56	149,491.20	214,893.60	118,002.64	183,405.04	3.74	5.82
15	30,243.40	145,044.48	208,501.44	114,801.08	178,258.04	3.79	5.89
16	37,632.33	148,058.88	212,834.64	110,426.55	175,202.31	2.93	4.65
17	36,970.51	118,291.20	170,043.60	81,320.69	133,073.09	2.19	3.59
18	34,055.36	138,209.28	198,675.84	104,153.92	164,620.48	3.05	4.83

TABLA 30. Análisis de rentabilidad para la variedad ICA-San Jorge, por el sistema de siembra de surco simple.

Trata- miento No.	Costo Total	Ingreso Bruto		Ingreso Neto		Rendimiento	
		Septiembre	Octubre	Septiembre	Octubre	Sept.	Oct.
1	28.773,31	119.904,00	172.362,00	91.130,69	143.588,69	3,16	4,99
2	26.676,51	125.318,40	180.145,20	98.641,89	153.468,69	3,69	5,75
3	25.036,08	103.257,50	148.432,80	78.221,42	123.396,72	3,12	4,92
4	32.164,51	114.028,80	163.916,40	81.864,29	131.751,89	2,54	4,09
5	29.720,43	104.858,88	150.734,64	75.138,45	121.014,21	2,52	4,07
6	28.549,71	102.823,68	147.809,04	74.273,97	119.259,33	2,60	4,17
7	36.405,88	145.939,20	209.787,60	109.533,32	173.381,72	3,00	4,76
8	33.366,07	110.292,48	158.545,44	76.926,41	125.179,37	2,30	3,75
9	32.421,12	118.291,20	170.043,60	85.870,08	137.622,48	2,64	4,24
10	29.633,51	118.817,28	170.799,84	89.183,77	141.166,33	3,00	4,76
11	27.736,95	133.939,20	192.537,60	106.202,25	164.800,65	3,82	5,94
12	26.332,81	121.574,40	174.763,20	95.241,59	148.430,39	3,61	5,63
13	34.340,50	151.718,40	218.095,20	117.377,90	183.754,70	3,41	5,35
14	31.855,00	140.782,08	202.374,24	108.927,08	170.519,24	3,41	5,35
15	30.558,64	133.132,80	191.378,81	102.574,16	160.820,16	3,35	5,26
16	37.357,45	109.593,60	157.540,80	72.236,15	120.183,35	1,93	3,21
17	35.028,29	105.580,80	151.772,40	70.552,51	116.744,11	2,01	3,33
18	33.827,36	102.113,28	146.787,84	68.285,92	112.960,48	2,01	3,33

TABLA 31. Análisis de rentabilidad para la variedad ICA-Guantiva, por el sistema de siembra de surco doble.

Tratamiento No.	Costo Total	Ingreso Bruto		Ingreso Neto		Rendimiento	
		Septiembre	Octubre	Septiembre	Octubre	Sept.	Oct.
1	30.006.13	91.718.40	157.809.60	61.712.27	127.803.47	2.05	4.26
2	27.768.37	81.912.80	140.938.20	54.144.43	113.169.83	1.95	4.07
3	26.397.74	83.980.00	144.495.00	57.582.26	118.097.26	2.18	4.47
4	33.873.67	92.349.44	158.895.36	58.475.77	125.021.69	1.72	3.69
5	31.521.87	88.759.04	152.717.76	57.237.17	121.195.89	1.81	3.84
6	30.760.94	100.218.40	172.434.60	69.457.46	141.673.66	2.25	4.60
7	37.479.40	94.941.60	163.355.40	57.462.20	125.876.00	1.53	3.36
8	34.721.26	78.559.04	135.167.76	43.837.78	100.446.50	1.26	2.89
9	33.884.23	87.624.80	150.766.20	53.740.57	116.881.97	1.58	3.45
10	30.746.86	76.981.44	132.453.36	46.234.58	101.706.50	1.50	3.30
11	28.751.28	84.605.60	145.571.40	55.854.32	116.820.12	1.94	4.06
12	27.436.44	78.627.04	135.284.76	51.190.60	107.848.32	1.86	3.93
13	34.644.79	74.846.24	128.779.56	40.201.45	94.134.77	1.16	2.71
14	33.231.12	100.789.60	173.417.40	67.558.48	140.186.28	2.03	4.22
15	31.344.14	76.799.20	132.139.80	45.455.06	100.795.66	1.45	3.21
16	39.388.84	99.339.80	170.922.96	59.950.96	131.534.12	1.52	3.34
17	36.659.16	83.857.60	144.284.40	47.198.44	107.625.24	1.28	2.93
18	35.416.17	80.144.80	137.896.20	44.728.63	102.480.03	1.26	2.89

TABLA 32. Análisis de rentabilidad para la variedad ICA-Guantiva, por el sistema de siembra de surco simple.

Tratamiento No.	Costo Total	Ingreso Bruto		Ingreso Neto		Rendimiento	
		Ingreso		Ingreso		Rendimiento	
		Septiembre	Octubre	Septiembre	Octubre	Sept.	Oct.
1	30.777.36	92.194.40	158.628.60	61.417.04	127.851.24	1.99	4.15
2	27.825.93	75.167.20	129.331.80	47.341.27	101.505.87	1.70	3.64
3	26.468.76	67.855.84	116.751.96	41.387.08	90.263.20	1.56	3.41
4	34.226.88	85.108.80	146.437.20	50.881.92	112.210.32	1.48	3.28
5	31.519.10	70.312.00	120.978.00	38.792.90	89.458.90	1.23	2.84
6	29.896.51	54.658.40	94.044.60	24.761.89	64.148.09	0.83	2.14
7	37.716.57	84.048.00	144.612.00	46.331.43	106.895.43	1.23	2.83
8	35.680.56	90.399.20	155.539.80	54.718.64	119.859.24	1.53	3.36
9	33.741.74	64.776.80	111.454.20	31.035.06	77.712.46	0.92	2.30
10	30.680.33	56.527.04	97.259.76	25.846.71	66.579.43	0.84	2.17
11	28.524.48	59.105.60	101.696.40	30.581.12	73.171.92	1.07	2.56
12	27.295.61	55.833.44	96.066.36	28.537.83	68.770.75	1.04	2.52
13	35.539.90	84.665.44	145.674.36	49.125.54	110.134.46	1.38	3.10
14	32.974.51	74.351.20	127.927.80	41.376.69	94.753.29	1.25	2.88
15	31.569.64	65.538.40	112.764.60	33.968.76	81.194.96	1.07	2.57
16	39.275.83	77.430.24	133.225.56	38.154.41	93.949.73	0.97	2.39
17	36.596.14	63.517.44	109.287.36	26.921.30	72.691.22	0.73	1.98
18	35.963.26	79.007.84	135.939.96	43.044.58	99.976.70	1.19	2.78

TABLA 33. Variación de los precios de venta durante el año 1976 para las dos variedades en estudio, ICA-Guativa e ICA-San Jorge. Bultos de 62.5 kilos.

Mes	V a r i e d a d e s	
	ICA-Guativa Precio \$	ICA-San Jorge Precio \$
Enero	144.25	208.75
Febrero	161.63	235.06
Marzo	162.05	235.91
Abril	172.38	242.06
Mayo	134.25	218.81
Junio	109.86	216.87
Julio	97.26	197.75
Agosto	119.09	203.07
Septiembre	170.57	240.62
Octubre	293.00	345.37
Noviembre	298.38	368.94
Diciembre	382.05	414.32

TABLA 34. Resultados del rendimiento obtenido para los diferentes tratamientos experimentados con la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra surco doble.

No. Tratamiento	Grado	Dosis Ton/Ha.	Distancia cm.	R e p l i c a c i o n e s				Pro- medio
				Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	
1	13-26-6	0.8	20	35.92	39.81	44.53	42.40	40.67
2	13-26-6	0.8	30	29.90	38.88	36.66	39.99	36.36
3	13-26-6	0.8	40	33.14	40.92	39.35	43.70	39.28
4	13-26-6	1.2	20	35.55	43.70	28.14	33.14	35.13
5	13-26-6	1.2	30	36.48	38.70	33.51	31.29	34.99
6	13-26-6	1.2	40	25.46	32.77	34.44	33.14	31.45
7	13-26-6	1.6	20	31.29	42.49	33.51	35.92	35.74
8	13-26-6	1.6	30	38.88	39.07	31.29	29.16	34.60
9	13-26-6	1.6	40	50.37	49.53	31.94	27.31	39.79
10	10-30-10	0.8	20	38.61	41.11	41.94	42.59	41.06
11	10-30-10	0.8	30	41.29	37.77	31.94	33.79	36.20
12	10-30-10	0.8	40	36.48	37.40	34.44	36.75	36.27
13	10-30-10	1.2	20	43.24	32.49	41.38	37.49	38.65
14	19-30-10	1.2	30	35.74	32.49	48.05	39.44	38.93
15	10-30-10	1.2	40	44.07	36.66	35.64	34.72	37.77
16	10-30-10	1.6	20	51.29	32.12	31.29	39.53	38.47
17	10-30-10	1.6	30	29.53	26.11	37.31	30.27	30.81
18	10-30-10	1.6	40	33.61	33.61	37.31	39.44	35.99

TABLA 35. Resultados del rendimiento obtenido para los diferentes tratamientos experimentados con la variedad ICA-San Jorge, en el sistema de siembra surco simple.

No. Tratamiento	Grado	Dosis Ton/Ha.	Distancia cm.	Replicaciones				Pro-medio
				Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	
1	13-26-6	0.8	20	39.35	44.35	18.98	22.22	31.22
2	13-26-6	0.8	30	35.83	40.83	35.55	18.33	32.63
3	13-26-6	0.8	40	38.88	31.29	15.64	21.75	26.89
4	13-26-6	1.2	20	38.61	37.96	23.05	19.16	29.69
5	13-26-6	1.2	30	24.62	44.16	31.57	8.88	27.31
6	13-26-6	1.2	40	31.20	27.68	24.90	23.33	26.78
7	13-26-6	1.6	20	44.81	44.44	34.53	28.24	38.00
8	13-26-6	1.6	30	30.37	33.51	22.40	28.61	28.72
9	13-26-6	1.6	40	37.49	32.22	31.85	21.66	30.81
10	10-30-10	0.8	20	37.77	31.20	19.16	35.64	30.94
11	10-30-10	0.8	30	37.96	41.85	31.01	28.70	34.88
12	10-30-10	0.8	40	27.12	43.14	27.77	28.61	31.66
13	10-30-10	1.2	20	34.72	51.85	37.77	33.70	39.51
14	10-30-10	1.2	30	45.09	46.20	34.16	21.20	36.66
15	10-30-10	1.2	40	37.68	35.18	44.25	21.57	34.67
16	10-30-10	1.6	20	37.87	26.85	29.35	20.09	28.54
17	10-30-10	1.6	30	32.96	17.68	22.49	36.85	27.49
18	10-30-10	1.6	40	29.72	21.20	34.53	20.92	26.59

TABLA 36. Resultados del rendimiento obtenido para los diferentes tratamientos experimentados con la variedad ICA-Guantiva, en el sistema de siembra surco doble.

No. Tratamiento	Grado	Dosis Ton/Ha.	Distancia cm.	R e p l i c a c i o n e s				Pro- medio
				Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	
1	13-26-6	0.8	20	47.12	21.29	26.94	39.53	33.72
2	13-26-6	0.8	30	24.81	27.31	28.07	40.27	30.37
3	13-26-6	0.8	40	20.55	30.83	46.11	26.01	30.87
4	13-26-6	1.2	20	37.03	34.53	31.57	32.68	33.95
5	13-26-6	1.2	30	33.05	38.14	31.20	28.14	32.63
6	13-26-6	1.2	40	33.51	28.14	37.59	48.14	36.85
7	13-26-6	1.6	20	32.96	35.37	36.48	34.81	34.90
8	13-26-6	1.6	30	22.12	23.88	35.09	34.44	28.88
9	13-26-6	1.6	40	22.40	49.25	27.49	29.72	32.24
10	10-30-10	0.8	20	24.62	32.77	29.25	26.57	28.31
11	10-30-10	0.8	30	26.75	25.27	41.66	30.74	31.11
12	10-30-10	0.8	40	26.01	26.85	30.55	32.22	28.91
13	10-30-10	1.2	20	24.35	26.66	29.99	29.07	27.52
14	10-30-10	1.2	30	46.94	32.03	28.51	40.74	37.06
15	10-30-10	1.2	40	29.72	29.62	25.92	27.68	28.24
16	10-30-10	1.6	20	17.12	50.92	32.96	35.09	36.52
17	10-30-10	1.6	30	27.22	33.24	38.88	23.98	30.83
18	10-30-10	1.6	40	20.18	29.72	35.37	32.59	29.46

TABLA 37. Resultados del rendimiento obtenido para los diferentes tratamientos experimentados con la variedad ICA-Guantiva, en el sistema de siembra surco simple.

No. Tratamiento	Grado	Dosis Ton/Ha.	Distancia cm.	R e p l i c a c i o n e s				Pro-medio
				Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	
1	13-26-6	0.8	20	40.55	34.99	31.01	37.03	35.90
2	13-26-6	0.8	30	30.18	32.77	17.22	30.37	27.63
3	13-26-6	0.8	40	40.27	26.01	12.40	21.11	24.95
4	13-26-6	1.2	20	33.33	31.75	34.81	25.27	31.29
5	13-26-6	1.2	30	27.49	9.53	33.05	33.33	25.85
6	13-26-6	1.2	40	20.74	11.85	26.48	21.31	19.93
7	13-26-6	1.6	20	32.87	23.24	34.62	32.87	30.90
8	13-26-6	1.6	30	32.22	34.99	31.85	33.88	33.24
9	13-26-6	1.6	40	26.85	23.70	24.07	20.64	23.81
10	10-30-10	0.8	20	25.92	25.83	26.20	5.18	20.78
11	10-30-10	0.8	30	23.51	21.66	22.87	19.88	21.73
12	10-30-10	0.8	40	26.38	7.03	25.74	22.96	20.53
13	10-30-10	1.2	20	29.16	37.31	33.05	24.96	31.13
14	10-30-10	1.2	30	18.05	32.87	25.83	32.59	27.33
15	10-30-10	1.2	40	14.07	31.48	27.59	23.24	24.09
16	10-30-10	1.6	20	35.74	24.25	21.01	32.87	28.47
17	10-30-10	1.6	30	28.98	25.09	9.62	29.72	23.35
18	10-30-10	1.6	40	35.09	29.44	22.22	29.44	29.05

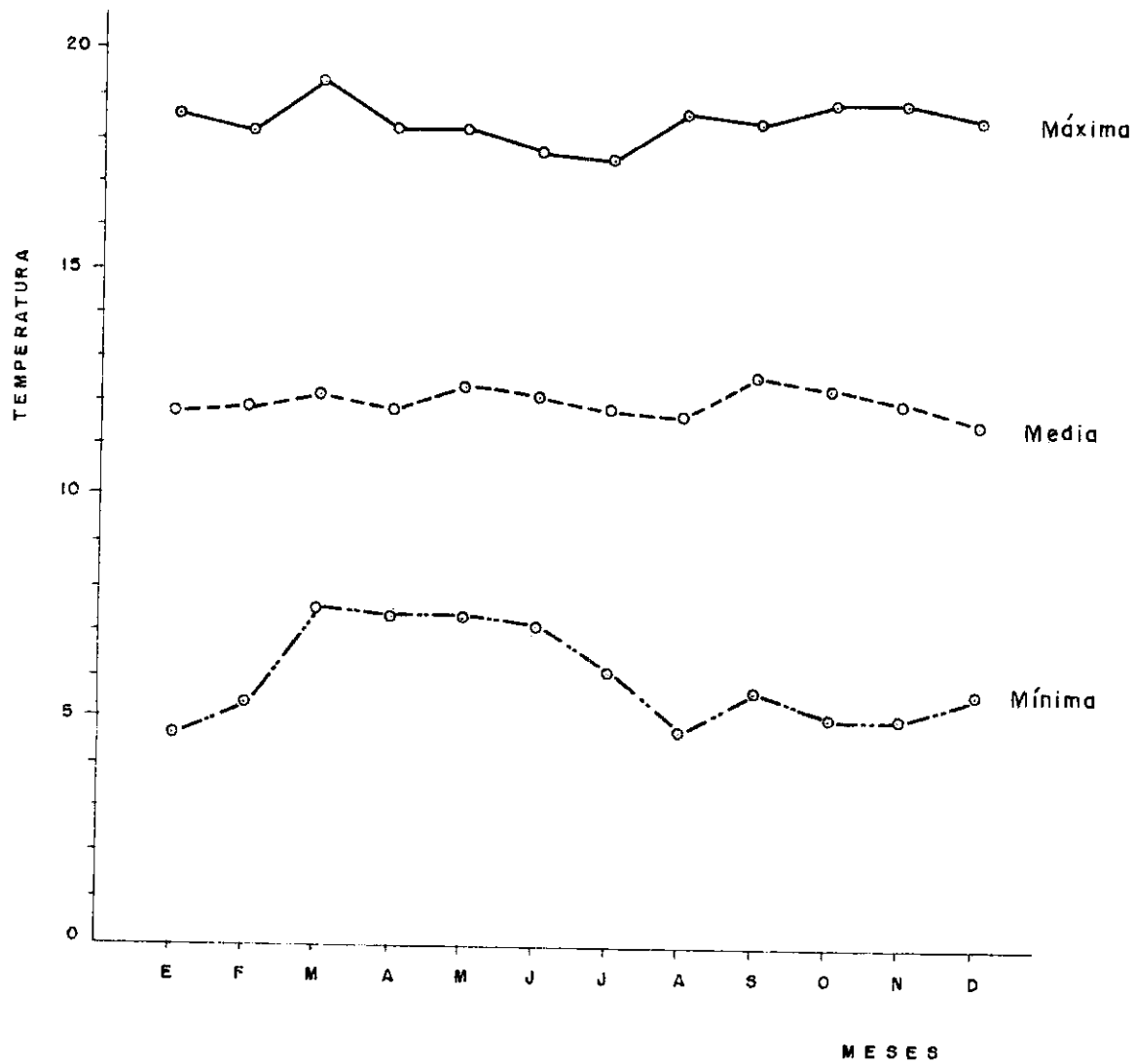


Figura 4- TEMPERATURA PROMEDIO DURANTE EL PERIODO VEGETATIVO