

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

----- S E N A M H I -----

DIRECCION DE ESTUDIOS AGROMETEOROLOGICOS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROMETEOROLOGICAS  
DE CAJAMARCA



----- ESTUDIO AGROCLIMATICO -----

CONDICIONES AGROCLIMATICAS QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO  
Y PRODUCCION DEL CLON DE PAPA 63-74 EN CAJAMARCA

1

9

8

1

LIMA - PERU

Personal que ha intervenido en la preparación del  
presente Estudio:

Ing°. : Nelson Ruesta Zegarra  
Jefe Centro Regional III  
Cajamarca

Mecanografiado : Sra. Mabel Balarezo de Rázuri  
Secretaria de la Dirección de  
Estudios Agrometeorológicos

Dibujante : Sr. Jesús Escalante Torres

----- o -----

## RESUMEN

El presente trabajo contiene los resultados de los análisis de correlación entre las diferentes producciones obtenidas en cada siembra y los factores agroclimatológicos presentados en la campaña de Cajamarca, situada a 2,536 m.s.n.m. y ubicada por las coordenadas 07°10' y 78°30' W, durante los 3 años de experimentación (1975-77).

El fin de nuestra investigación es evaluar tentativamente la contribución cuantitativa de los parámetros agrometeorológicos, que inciden en el Desarrollo y Rendimiento, en los diferentes sub-períodos del clon de papa 63-74, como son la temperatura en diferentes expresiones y la precipitación en la zona andina de Cajamarca, encontrando una acumulación térmica promedio de 1,495°C., una integral térmica de 808°C. y un período vegetativo promedio de 128 días, los que arrojan una correlación con las diferentes fases de desarrollo del cultivo, resultando altamente significativas a partir de la fase de emparejamiento a cosecha; situación que no se presenta cuando se trata de Rendimiento, en el cual la precipitación arroja valores altos de correlación y de significación generados en el siguiente modelo matemático :  $Y = 592.7 + 42.2 \bar{X}$ , para evaluar la producción de Clon a partir de la cantidad de lluvia acumulada (en mm.) del período de Plantada a Inicio de Floración.

Nosotros creemos que los modelos (fórmulas) generados en el presente estudio, aún no están notablemente cimentados como para poder utilizar las relaciones lineales calculadas entre la producción y los factores agrometeorológicos en el Clon 63-74, por lo que recomendamos que se siga experimentando en esta línea de trabajo.

## 1. INTRODUCCION

Al Perú se le conoce en el ámbito científico como -- fuente de especies, variedades y formas de papa, al que recurren los investigadores en busca de elementos destinados a luchar con tra agentes desfavorables que limitan su cultivo como heladas, - plagas, enfermedades, etc. CIP (2).

Por su gran plasticidad y adaptabilidad a las diferentes condiciones de clima y suelo que el cultivo de la papa posee, es posible encontrarla en los cinco continentes del planeta; desde de la Latitud 68°N (Karesuando-Suecia) hasta 42°S (Puerto Montt-Chile), ocupando en hectareaje cultivado en el mundo el cuarto - después del arroz, trigo y maíz.

Así mismo, su alto valor nutritivo rica en carbohidratos, proteínas, vitaminas, etc., elementos indispensables en toda dieta humana hacen de este tubérculo uno de los principales - aportadores de calorías del hombre peruano. La proyección social de este cultivo es notoria en el Perú, ya que prácticamente el 13% de su superficie cultivada se encuentra con este tubérculo; es decir el segundo lugar en hectareaje cultivado, constituyendo particularmente en la región de la Sierra el 95% del área cultivada.

Dado también a los numerosos problemas que existen en cuanto al abastecimiento de este tubérculo a la población, se realiza una serie de trabajos de investigación en las diferentes ramas de la ciencia con miras a elevar su rendimiento. Bien conocidos por todos es la marcada influencia que ejerce las condiciones climáticas sobre las diferentes etapas del desarrollo vegetativo de la planta, pero en nuestra zona muy poco se ha hecho en la determinación de este factor de producción.

Para la solución de algunos problemas, uno de los métodos propuestos por HUDSON en 1966 sería "Buscar los efectos - exactos de los factores climáticos en la planta problema". Así el potencial de la papa como fuente de alimento para los países en desarrollo de la franja ecuatorial entre 30° N y 30° S, depende de la selección de genotipos adaptados a diversos medios - ambientales. CIP (2).

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, a través de su Centro de Investigaciones Agrometeorológicas en la ciudad de Cajamarca, plantea por las razones enunciadas el presente estudio, con el objetivo de determinar el comportamiento del híbrido 63-74, que el CRIAN-Cajamarca pretende introducir en la zona, debido a sus excelentes cualidades en calidad, producción y resistencia a la Roña y Marchitez bacteriana, ante las condiciones climáticas de la zona; así como los elementos agrometeorológicos que influyen en su producción y desarrollo. Debido a que la serie de datos disponibles en el presente estudio es corta (1975-77), los resultados que se obtengan serán de carácter preliminar, es decir una primera aproximación para el logro de mejoras en el rendimiento de los sucesivos trabajos que se efectúen en el cultivo de la papa.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 RENDIMIENTO

En el Perú a lo largo de la región de la Sierra, el cultivo de papa obtiene un rendimiento promedio de 5,600 kg/Ha., predominando el cultivo de variedades nativas, mientras que los rendimientos en la Costa debido a su mejor conducción como el empleo de semilla certificada, fertilización, mecanización, etc. - superan los 15,000 kg/Ha. CHRISTIANSEN J. (3); correspondiendo en 1971 casi el 98% de la superficie cultivada a la región de la Sierra, constituyéndose como los principales productores los departamentos de Junín, Puno, Huánuco, Ancash, Huancavelica, Cusco y Cajamarca (5) M. FRERE: J. Q. RYKS J. Rea.

En la campaña de Cajamarca, abarca una extensión de 1.32% de la superficie cultivada, con un 29% de ello bajo riego y un 71% bajo condiciones de secano, arrojando un rendimiento promedio de 5,000 kg/Ha. (8) GOZALO-LANDA.

VASQUEZ V. (18), al conducir un programa de híbridos en la zona de Cajamarca, entre ellos los híbridos BR 63-74, encontró que sus rendimientos variaban entre 13.5 a 34.5 T.M./Ha. caracterizándose principalmente por su precocidad y tolerancia a la roña y marchitez bacteriana.

## 2.2. FACTORES AGROMETEOROLOGICOS

### 2.2.1 CLIMA

La influencia de los factores agrometeorológicos en el cultivo de la papa, han merecido particular atención de muchos investigadores, quienes destacan especialmente las relaciones de aquellas con los rendimientos.

Los mejores rendimientos de papa se obtienen en climas templados con un tiempo caluroso en el Sub-período siembra - brotamiento, acompañado de una buena humedad tanto en el suelo - como en el ambiente. CHRISTIANSEN (3), lo considera como un cultivo de media estación, por lo que se le debe sembrar pasadas - las últimas heladas para que no se vernalice (12). PAPADAKIS, (3) CHRISTIANSEN J.

CHRISTIANSEN (3), lo describe como un cultivo de clima templado-frío, siendo este el principal motivo por el que en la mayor parte de la Sierra el clima no constituye un factor no motivo de este cultivo, ya que es posible hacerlo durante los 12 meses del año; con ciertas limitaciones en algunas zonas, especialmente por el peligro de heladas.

Entre las principales condiciones adversas que sobresalen para un eficiente cultivo tenemos; las temperaturas muy elevadas o muy bajas, la humedad relativa ambiental muy baja, la insuficiencia de precipitación atmosférica y una amplitud térmica muy elevada.

### 2.2.2 ALTITUD

CHRISTIANSEN (3), encuentra que debido a la plasticidad de las variedades de papa en el Perú, es posible cultivarla desde el nivel del mar hasta 4,500 m.s.n.m.; en ambos extremos - la temperatura es el factor limitante. Considerándose este rango de altitud como una capacidad alcanzada por muy pocos cultivos.

MORENO U.; SOBREVILLA H. (10), al realizar siembras de papa a diferentes pisos altitudinales (2,000, 2,500 y 3,000 m.s.n.m.) encontraron que la altura actuaba directamente sobre la morfogénesis, modificando su hábito de crecimiento y desarrollo; debido principalmente a los diferentes regímenes de luz, humedad relativa, térmico, temperaturas nocturnas y diurnas a las que fueron expuestas. Así mismo (5) menciona un estudio realizado en la zona andina por MITTEHOZER en 1963; donde 150 variedades de papas europeas y andinas fueron experimentadas en diferentes pisos altitudinales, concluyendo que los máximos rendimientos para las variedades andinas se obtienen a los 3,000 m.s.n.m. mientras que las europeas resultaron con mayores rendimientos a 500 m.s.n.m.

La altura óptima tanto para la producción de papa para consumo, como de semilla en Ecuador es de 3,000 m.s.n.m.; ascendiendo unos 100 m. sobre esta altura el ciclo se alarga un mes más y bajando unos 200 a 300 m. el ciclo se acorta 15 días en una misma variedad, siendo las condiciones de temperatura ambiental de 11°C. y alrededor de 1,000 mm. de precipitación bien distribuida.

Para el Perú las alturas máximas para papas dulces está entre 3,000 a 4,100 m.s.n.m., pudiéndose cosechar papas amargas un poco más alto; las alturas mínimas en la Sierra estarían entre 1,800 a 2,000 m.s.n.m., pudiéndose considerar como óptima unos 3,000 m.s.n.m. (5).

### 2.2.3 TEMPERATURA

Es uno de los factores que incide fuertemente en el desarrollo del cultivo de papa en sus diferentes fases, la temperatura llega a ser un factor limitante, así los golpes de calor en la etapa de tuberización inciden negativamente en la producción, mientras que las bajas temperaturas originan daño total o parcial en el follaje (17) VENTSKEVICH G.Z. En las regiones montañosas de los trópicos y sub-trópicos son frecuentes las heladas durante el período de cultivo de la papa, habiéndose encontrado una correlación baja entre el rendimiento y resistencia a heladas en el follaje a temperaturas entre 0°C. y -4°C, sin embargo para obtener rendimientos aceptables no se puede tolerar más del 30% de daños en el follaje.

Las heladas del orden de  $-0.8$  a  $-1.0^{\circ}\text{C}$ , causan daño parcial en las hojas, una rápida caída de la temperatura a  $-2.0^{\circ}\text{C}$  o  $-2.5^{\circ}\text{C}$  destruye la parte aérea de muchas variedades. Los tubérculos generalmente sobreviven a cortos períodos de bajas temperaturas y cuando ésta se eleva vuelven a brotar; sin embargo, el cultivo puede considerarse de mala calidad (17). En el Perú (5) reporta que la mayoría de las variedades cultivadas soportan  $-4.0^{\circ}\text{C}$ , sin sufrir alteración fisiológica.

La temperatura mas favorable para la producción de tubérculos es de  $16^{\circ}\text{C}$  a  $18^{\circ}\text{C}$ , en temperaturas extremas de  $23^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ ., la formación de tubérculos se retarda, paralizándose totalmente a temperaturas mayores de  $29^{\circ}\text{C}$ . (17), aunque (2) CIP reporta clones que se adaptan muy bien en rangos cercanos a  $43^{\circ}\text{C}$ . de temperatura; que es una indicación de su diversidad genética.

Según la doctrina de las constantes térmicas, una planta alcanza un estado determinado de desarrollo cuando ha recibido una cierta cantidad de calor independiente del tiempo requerido para ello. Así uno de los fundamentos de la mayoría de los sistemas de unidades térmicas, es la suma de temperaturas base o "Punto Cero de Actividad Vital", que se obtiene sustrayendo de la temperatura actual para un determinado día la temperatura base. La suma de las unidades térmicas diarias dan el total para el período comprendido entre la fecha de plantación y la de maduración y se expresa este sistema en grados día, unidades de calor o unidades térmicas (20) WILSIE C.

Con el método antes descrito y utilizando como base la temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ . SELELYANINOV y otros investigadores después, encontraron para la planta de papa temprana en Rusia, un requerimiento térmico entre  $900^{\circ}\text{C}$  y  $1,000^{\circ}\text{C}$  (Grado Día) (17) VENTSKEVICH G.Z.

Así mismo este procedimiento nos permite medir el intervalo entre dos acontecimientos de una cierta variedad en una misma estación del año en varias localidades con condiciones climáticas y de latitud similares, lo que da mucho menos variabilidad que si se mide en términos de días. La variación de las sumas térmicas según la latitud, que adquieren estos valores en distintos años para una misma localidad y una misma especie, podría deberse al efecto de nutrición u otros (18).

BURGOS J. J. Al evaluar los tipos agroclimáticos de las regiones productoras de papas simientes en el mundo, encuentra una SUMA térmica entre 1,114°C. (Karesuando - Suecia) y 2,212°C. (Gronengen - Holanda), correspondiendo a las simientes de Huancayo UNA SUMA de 1,328°C., producto que se obtiene contando las sumas térmicas desde la fecha de plantación hasta 120 días después, en grados centígrados (°C.)

Las experiencias tomadas de otros estudios han demostrado que las temperaturas del suelo tienen más importancia antes de la germinación; ya que a partir de la emergencia de la plántula o el brote, son las temperaturas del aire las que tienen mayor importancia. (20) WILSIE C.

#### 2.2.4 PRECIPITACION

La precipitación en forma de lluvia es otro de los elementos que influye en el comportamiento tanto en el desarrollo como en el crecimiento del cultivo de papa; así (14) VAN GOOL E. reporta el período crítico de la papa con respecto a este elemento en la fase de floración, de tal manera que los rendimientos se verán mermados si la humedad se encuentra en defecto durante los 20 días que preceden a la floración; así mismo si lo hay en exceso ocasionará igual efecto.

Las lluvias al final del período vegetativo inciden negativamente, pues muchas veces producen rebrotamiento que perjudican la producción y si las lluvias se producen después de un largo período de sequía provoca una deformación de los tubérculos con la consiguiente depreciación en el mercado.

Una deficiencia de humedad en el suelo y las bajas precipitaciones tienen un efecto negativo en el desarrollo del tubérculo y a menudo causan una paralización en la acumulación de materia orgánica; así mismo, un tiempo lluvioso durante el transcurso de las primeras fases es ventajoso ya que permite ligeras aplicaciones nitrogenadas; una alternancia moderada de tiempo seco y lluvioso si bien provoca un excesivo desarrollo de la parte aérea, origina en los tubérculos hijuelos (15) VENTSKE-VUCH G. Z.

En los cultivos de secano, un buen aprovisionamiento de agua durante el primer estado vegetativo (Brotación-Floración) influye grandemente en los rendimientos; y en los cultivos bajo riego el aprovisionamiento debe ser constante, especialmente durante el corto período de conversión fisiológica que es practicamente el sub-período en donde el número de tubérculos queda fijado. (7) GRUNER G.

Magníficos resultados se logran en los cultivos de papa en secano, con precipitaciones anuales de 700 a 800 mm. de lluvia bien distribuidos durante el ciclo vegetativo; sí durante la fase de floración la precipitación se presenta irregular, el estancamiento en el desarrollo de la planta se producirá, y si coincide con el de tuberización se deformarán los tubérculos, presentándose a la cosecha rajados, teniendo la planta mas necesidad de este elemento desde el inicio de la tuberización hasta 20 días antes de la cosecha (3) CHRISTIANSEN J.

Cuando más corto es el primer estado vegetativo (Brotación-Floración) y más larga sea la fase generatriz, que mantienen la capacidad funcional de los órganos formados sobre todo en el desarrollo de los tubérculos, mayor serán los rendimientos (6) GRUNER G.; (11) MILLER K. El CIP (2) reporta en su informe anual que los períodos de mayor necesidad de agua en la variedad renacimiento, se presenta a los 3.5 meses después de plantada y 20 días antes de la cosecha; mientras que en la variedad Huashua sí coincide con la mayor acumulación de nutrientes a los 2.5 meses después de plantada.

#### 2.2.5 FOTOPERIODISMO

Garden demostró que la duración del día es un factor bioclimático que no solo induce al estado reproductivo de las plantas, sino que además determina procesos que están en relación con el desarrollo estadal, como por ejem. en el desarrollo de los bulbos, tubérculos y raíces.

CIP (2) reporta en su informe anual una experiencia realizada en Nepal, donde se plantaron clones de papa pertenecientes a especies tropicales de días cortos; estos no lograron tuberizar bajo las condiciones de días largos; así mismo se observó

que la elasticidad fotoperiódica de la papa le permite prosperar en un rango de nueve horas de diferencia de longitud de día entre el día largo del verano escandinavo y un día corto de invierno tropical, determinando el factor fotoperíodo como un factor crítico en el volumen de tuberización, pudiéndosele cultivar comercialmente en días que varían de 10 a 19 horas sol.

AZZI G. (1) encuentra los mejores resultados manteniendo la planta en régimen de días largos durante la primera parte del período vegetativo, para de esta forma obtener una masa considerable de follaje. Durante la segunda parte del período vegetativo, es decir, después de la formación de tubérculos hasta cosechar la planta, se le sometió a regímenes de días cortos, favoreciendo el desarrollo de los tubérculos. Esta conclusión la encuentra al observar un experimento realizado en Rusia por RASUNOV, con diferentes variedades de papa.

#### 2.2.6 RADIACION

La producción potencial del cultivo depende en gran parte de la humedad y energía disponible, así dentro de un límite de condiciones óptimas, la potencia para la producción del cultivo aumenta con un incremento en la energía disponible. La radiación es más efectiva en producir fotosíntesis y crecimiento a temperaturas altas, variando sus necesidades de acuerdo a rangos de temperatura y saturación de la luz de fotosíntesis (8) HARGREAVES G., éste nombra un trabajo no publicado por FAO-ROMA, ejecutado por SERRAF y KOWAL; el que divide a los cultivos en 3 grupos principales de acuerdo a sus necesidades óptimas de temperatura y requerimiento para radiación.

---

CUADRO N° 1		
GRUPO DE CULTIVO	TEMPERATURA OPTIMA	REQUERIMIENTO PARA RADIACION
I	30 - 35°C	Alto
II	15 - 20°C	Bajo
III	25 - 30°C	Intermedio

---

Ubicando el cultivo de papa en el grupo N° II, haciendo



do la anotación de que estos grupos son tentativos y pueden ser usados como guía y modificada nuevamente en base a las experiencias y condiciones locales.

### 2.3 INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS METEOROLOGICOS EN LAS DIFERENTES FASES DEL CULTIVO DE PAPA

#### 2.3.1 SIEMBRA

Es una fase donde los factores predominantes son temperatura y humedad del suelo, así como el grado de madurez del tubérculo.

PAPADAKIS J. (12) Considera la planta de papa como un cultivo de media estación, debiendo sembrarse pasado el invierno para no sufrir la vernalización y pueda florecer rápidamente. (15) aconseja su siembra cuando la temperatura del suelo a 10 cm. de profundidad se encuentra alrededor de 8°C., agregando (3) que la humedad del suelo entre 8 a 10% de la C.C. asegura un mejor éxito. Cuando se hacen las plantaciones con temperaturas bajas, la germinación se ve retrazada, así como también cuando se hace con exceso de humedad, ya que los brotes son destruidos por que el tubérculo se pudre.

En la región de la Sierra las épocas de siembra en secano son generalmente primavera y coinciden con el incremento de la temperatura y el gradual aumento de la humedad del suelo y aire por efecto de la lluvia y nubosidad más acentuada (5) M. FREIRE; J.Q. RIJKS; J. REA. Así también uno de los puntos más importantes en el cultivo de la papa es la correcta elección de la fecha de siembra.

#### 2.3.2 BROTACION

Con una temperatura promedio entre 6 a 7°C. en el suelo a 10 cm. de profundidad se consigue una buena brotación, siendo la temperatura óptima entre 20 a 25°C. (15). La rapidez del brotamiento está en relación con la madurez fisiológica de los tubérculos en la época de cosecha, en donde los tubérculos son cosechados inmaduros, salen de la dormancia mas lentamente que los tubérculos maduros, por otra parte las yemas que forman los

"ojos" de los tubérculos son inicialmente durmientes pudiendo permanecer en ese estado por un período muy variado, dependiendo esencialmente de la variedad, siendo más influenciados en las variedades tempranas y tardías por la temperatura ambiental; así una baja temperatura hará que la latencia se alargue aún más de lo normal.

El brotamiento en un cultivo de papas para simiente como para consumo es de gran importancia, porque así se obtiene plantas con un crecimiento temprano y parejo, se reduce el período vegetativo, los tallos son más robustos y por lo tanto habrá un mayor rendimiento (3) CHRISTIANSEN J.

La temperatura del aire prácticamente controla la brotación, cuando en el suelo existe una normal proporción de humedad, como puede observarse en el cuadro N°. 2, encontrado por (15)

CUADRO N°. 2

T° $\bar{X}$ diaria en °C del Aire	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°
Dur. en días Siembra-Brotación	27	24	20	18	16	13	12

La brotación de las papas vernalizadas aparecen 6 a 8 días más temprano. El desarrollo de las primeras hojuelas requiere un incremento de nutrientes y una humedad óptima del suelo del 65 al 80% de la capacidad de campo (C.C.). Durante esta fase se puede resistir temperaturas bajas cercanas a -2.°C de corta duración (15) VENTSKEVICH G. Z.

AZZI G. (1) nombra a BRICCOLLI, quién al realizar un ensayo sobre necesidades hídricas en papa, encuentra que este cultivo es particularmente sensible a este factor, tanto a la insuficiencia como al exceso de la lluvia en el sub-período que media entre la plantada y brotamiento. Encontrando para la zona italiana un equivalente hídrico para este período de 90 mm. de lluvia y uno en déficit de 35 mm. (equivalente de sequía), demostrando también que el rendimiento es casi siempre superior a la media cuando las lluvias de primavera están comprendidas entre 180 a 220 mm.; por debajo de estos valores lo que cuenta es la distribución.

### 2.3.3 EMPAREJAMIENTO

La experiencia obtenida en un ensayo conducido por (14), demuestra que este momento de observación fenológica es de una importancia muy relativa. El cultivo por lo general en lo referente a esta fase, nunca es parejo, encontrándose con frecuencia en forma simultánea plantas de una misma siembra unas en floración y otras que aún no han llegado a esta fase, pudiéndose explicar esto debido a que las yemas de los tubérculos y aún en un mismo tubérculo no tienen el mismo vigor.

### 2.3.4 TUBERIZACION

Es una de las fases más importantes del cultivo, ya que generalmente es la fase donde los estolones comienzan a engrosarse. En esta fase la temperatura juega un papel muy importante, ya sea acelerándola o retardándola (3), (5) y (14).

Las variedades tempranas generalmente forman sus tubérculos a los 25 ó 30 días después de brotados cuando ya comienza a aparecer los primeros días florales (15), mientras que (3) encuentra que las variedades guías que se siembran en el Perú, tuberizan entre los primeros 90 días, manifestándose en forma extrema como un ligero engrosamiento entre el último y penúltimo entrenudo.

Una tuberización demasiado pronta sin un buen desarrollo del follaje, produce un precoz envejecimiento de la planta y se manifiesta en una baja producción; mientras que un retardo del momento permite un mejor desarrollo del follaje y un rápido crecimiento del tubérculo, por otra parte la tuberización se presenta mejor cuando las temperaturas nocturnas son bajas, pudiendo iniciarse antes de acuerdo a su factor varietal (3).

Una vez iniciada la tuberización, el crecimiento de los tubérculos sólo depende de la aportación de los metabólicos necesarios, metabolismo que puede ser influenciado por la humedad del suelo, nutrición mineral, radiación de fotosíntesis, temperatura y fotoperiodismo (11).

En un experimento, los lugares del experimento fueron Lima (251 m.s.n.m.) y Huánuco (2,000 m.s.n.m.); con la finalidad de determinar la influencia de 4 climas diferentes en la tuberización y el período vegetativo de 4 variedades de papa sub-especie *S. tuberosum* y 2 variedades de la sub-especie *S. andigenum* - nativas de la zona, se encontró que la tuberización de las variedades extranjeras se iniciaba mas temprano que las nativas (Chata Blanca y Renacimiento) 15 y 18 semanas respectivamente; habiéndose encontrado durante este sub-período temperaturas entre 14 y 15°C. en Lima, mientras que en Huánuco fueron del orden de 18 a 19°C., siendo las horas de sol e intensidad luminosa mayores en la ciudad de Huánuco.

La tuberización también puede retrasarse por efecto de una fuerte aplicación de dosis de nitrógeno en la siembra ocasionando una disminución en el rendimiento (5) y por una fuerte intensidad solar durante este sub-período.

#### 2.3.5 FLORACION

Es una de las fases que se manifiesta en un número de días muy similares cualquiera que sea la fecha de siembra, demorando algo en los meses invernales y acelerándose en los meses de primavera y verano.

Es también donde las plantas son mas susceptibles a las heladas, pues aunque sea muy ligera es suficiente para destruir totalmente la planta, resultando las heladas tardías las más perjudiciales

Por otra parte un exceso de floración y fructificación origina un detrimento en la producción debido a los resultados encontrados por (11), donde las variedades menos fructificadoras han probado ser mejores productoras que las que fructifican.

#### 2.3.6 COSECHA

El tiempo de escoger para cosechar el cultivo de papa es muy importante para todas las variedades, así cuando es hecha fuera de tiempo ya sea demasiado tarde o temprano, el cultivo es

tá sujeto a pérdidas considerables. En el primer caso un mal tiempo (lluvia fuerte o helada con nieve, etc.) tiende a originar la depreciación del tubérculo por un brotamiento de las yemas y por el sabor que imprimirá al tubérculo la cosecha dañada por heladas severas; y es más al ser almacenada se echará a perder rápidamente. En el segundo caso (muy temprano) el follaje aún verde todavía puede incrementar el peso de los tubérculos - (15) VENTSKEVICH G.Z.

Desde la siembra a la cosecha el cultivo de papa puede ser de dos a seis meses de período vegetativo, reflejando de esta manera la respuesta flexible de los clones de papa a rangos de nutrientes, agua y condiciones ambientales. CIP (2).

### 3.0 MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones Agrometeorológicas de Cajamarca, integrante de la red de Operaciones del Centro Regional del mismo nombre, perteneciente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, que se encuentra ubicado en la sierra norte del Perú, de coordenadas geográficas 07°10'S y 78°30'W., a una altitud de 2,536 m.s.n.m. en el Departamento y Provincia de Cajamarca, cuyo perfil respectivo se describe a continuación:

Zona	Valle Cajamarca
Fisiografía	Llanura aluvial
Topografía	a nivel (0 - 2%)
Precipitación $\bar{X}$	517 mm.
Temperatura $\bar{X}$	15°C

#### 3.0.1 Análisis Físico Químico del Suelo

La toma de muestras y la determinación de los diferentes elementos del análisis físico-químico del terreno, donde se llevó a cabo el experimento fueron realizadas por el personal de laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Cajamarca, encontrándose los resultados en el cuadro N°. 2 del anexo (A-1).

3.0.2 Las condiciones climatológicas reinantes en el transcurso del período 75-77, se dan en el cuadro N°. 1 - del anexo (A-1)

3.0.3 La conducción del campo experimental del cultivo de papa se realizó con las normas de la zona, desinfectando la semilla al sembrarla, aplicaciones de fertilizantes, aporques, deshierbos y cosecha; realizándose todas estas operaciones en todas las siembras programadas mensualmente.

### 3.1 COMPONENTES EN ESTUDIO

La simiente del clon de papa 63-74 producto del cruce S. Tuberosum x S. Phureja, fué proporcionada por el Centro Regional de Investigaciones Agrarias del Norte CRIAN II. El material genético utilizado es aquel que durante su experimentación en diferentes comparativos de híbridos y variedades en la zona había sobresalido por su precocidad y rendimiento.

Las características agronómicas del clon se dan en el cuadro N°. 3

---

CUADRO N° 3.- Características del Clon 63-74.

#### Tubérculo

Forma .....	Redonda o alargada
Ojos .....	Semi-profunda
Piel .....	Lisa de color cremoso
Calidad Culinaria ...	Buena
Tiempo de Reposo ....	30 días o más según cond. de almacén.

#### Planta

Tallo.....	Semi vigoroso erecto y decumbente a la maduración
Flor .....	Color Lila
Floración.....	Abundante, muchas caen
Fructificación .....	Frutos pequeños y pocos
Tuberización .....	Temprana, al pie y alrededor de la planta
Período Vegetativo...	110 a 120 días
Rendimiento .....	de 25 a 30 Tm/ha.
Otros .....	Follaje verde oscuro

---

Los componentes meteorológicos que se tuvieron en cuenta fueron los siguientes:

#### TEMPERATURA

- Sumatoria de Grados día por cada Sub-período
- Sumatoria de Temperaturas Acumuladas por cada Sub-período en °C.
- Sumatoria de Temperaturas Nocturnas por cada Sub-período en °C.
- Sumatoria de Fototemperaturas por cada Sub-período en °C.

#### PRECIPITACION

- Sumatoria de Precipitaciones Acumuladas en mm/frecuencia de precipitación en días.

### 3.2 CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El presente experimento no utilizó ningún diseño experimental, utilizándose en su lugar siembras escalonadas de observación, para de esta manera cubrir todas las posibilidades de siembra en el período de experimentación, pudiendo de esta manera disponer de mayor número de datos fenológicos en las diferentes condiciones atmosféricas que se pueden dar en la zona.

Las características de las parcelas de observación, fueron las siguientes:

#### Parcela :

Número de parcelas .....	1
Largo .....	4.8 m.
Ancho .....	4.0 m.
Area .....	19.2 m <sup>2</sup> .

#### Surco :

Número de surcos .....	4
Largo del surco .....	4.8 m.
Distancia entre surco .....	1.0 m.
Número de surcos cosechados ....	4

### 3.3 DETERMINACIONES EXPERIMENTALES

Para la evaluación del clon en estudio se hicieron -- las siguientes determinaciones.

Determinación de la fase de Campo

Rendimiento en Kg. por parcela para luego llevar a kg/Ha.

Ciclo Vegetativo

Durante el transcurso de las diferentes siembras, se ha llevado un registro fenológico con las anotaciones de las fechas de cada fase, según el cuadro N°. 4

---

CUADRO N°. 4 .- Sub-períodos considerados en el cultivo del Clon 63-74 y su respectiva clave en el período 1975-1977 CAJAMARCA

---

Clave	Sub - Período
1	Plantada a Brotamiento
2	Brotamiento a Emparejamiento
3	Emparejamiento a Inicio de Tuberización
4	Inicio de Tuberización a Inicio de Floración
5	Inicio de Floración a Inicio de Maduración
6	Inicio de Maduración a Cosecha

---

Considerándose como Sub-Período al intervalo comprendido entre dos fases sucesivas durante el cual las exigencias de este cultivo con respecto a un factor ambiental dado, permanecen constante o varían en un solo sentido (13), para una mejor determinación de los sub-períodos se ha considerado:

Siembra.- Cuando la simiente asexual ha sido plantada en el curso y enterrada a unos 10 cms. de profundidad.

Brotamiento.- Al momento que las primeras hojuelas de las yemas han brotado a la parte aérea, constituyendo un - manajo de 3 a 4 hojuelas.

Emparejamiento.- Este valor se ha tomado cuando las plantas de la parcela habían alcanzado unos 8 a 10 cm. de altura.

Inicio de Tuberización.- Es una fase oculta donde los tubérculos comienzan a engrosarse, alcanzando el tamaño de una arveja.

Inicio de Floración.- Esta fase es visual y se determina cuando las flores de la planta se encuentran abiertas en un 10%.

Inicio de Maduración.- Esta fase se ha determinado, despejando la tierra que se encuentra cerca de la planta, hasta encontrar el tubérculo formado y presionando fuertemente la piel, se observa si está se desprende fácilmente o no.

Cosecha.- Esta fase es determinada cuando en la mayor parte de la planta, la parte aérea se encuentra en forma decumbente y la piel de los tubérculos es bastante fuerte como para no desprenderse a la presión de los dedos.

### 3.4 METODOS

Los métodos empleados para determinar las conclusiones del presente estudio, han sido:

- A.- Método para determinar valores meteorológicos -- Fenológicos.
  - B.- Métodos de Regresión y Correlación entre los valores anteriores y los de producción; así como días utilizados en cada sub-período.
- A.- Métodos para determinar Valores Meteorológicos - Fenológicos.
- a.- Cálculo de la suma de temperaturas acumuladas; se obtiene sumando la temperatura promedio para cada día, - tantos días como dure cada sub-período.

- b.- Cálculo de las unidades térmicas (Grado Día), se obtiene sustrayendo de la temperatura actual, para aquel día la temperatura base 6°C. según (20). La suma de las unidades térmicas diarias da el total para el subperíodo comprendido.
- c.- Cálculo de las unidades Nicto temperaturas; se han evaluado de acuerdo a la fórmula calculada por Went.

$$t \text{ nicto} = t + 1/4 (T - t)$$

donde:

T = Temperatura máxima

t = Temperatura mínima

- d.- Las unidades Foto Temperatura fueron calculadas de acuerdo a la fórmula de Went.

$$T \text{ fototemp} = T - 1/4 (T - t)$$

donde:

T = Temperatura máxima

t = Temperatura mínima

- e.- La suma de las precipitaciones se realizó, sumando las precipitaciones diarias por el tiempo que duró cada subperíodo.

#### B.- Método de Regresión y Correlación

En el presente estudio se utilizó el método de correlación y regresión lineal, así como el conocimiento de las ecuaciones (Calzada 1970), método aplicado a aquellas asociaciones en donde los puntos se agrupan mejor a la recta, lo que nos permite calcular un elemento desconocido a partir de un conocido y fácilmente determinable.

Para la determinación de la mejor adherencia de los puntos a la recta y el grado de linealidad de los mismos, se calculó el coeficiente de determinación ( $r^2$ ), así mismo la determinación de significancia del coeficiente de correlación se realizó por la prueba de "t" de Studen.

En el cuadro N°. 5 se esquematiza las diferentes asociaciones estudiadas entre rendimiento del Clon 63-74 en kg/ha. (Y) versus los diferentes parámetros meteorológicos ocurridos en cada subperíodo.

Cuadro N°. 5.- Asociaciones estudiadas entre el Rendimiento en Kg/ha. vs. los diferentes parámetros meteorológicos habidos en cada sub-período en las siembras del período 1975-1977.

Rendimiento	SUB-PERÍODO	Elemento Meteorológico
en Kg/Ha.	en días	°C./mm.
Y	X	
1. Plantada-Brotación vs.		Temperatura a) Temperatura acumulada b) Temperatura diurnas c) Temperatura nocturnas d) Grados día  Precipitación a) PP acumulada
2. Brotación-Emparejamiento vs. idem.		
3. Emparejamiento-Inic.Tuberización vs. idem.		
4. Inic. Tuberización-Inic. Floración vs. idem.		
5. Inic. Floración-Inic. Maduración vs. idem.		
6. Inic. Maduración-Cosecha vs. idem.		

Cuadro N°. 6.- Asociaciones Experimentadas Rendimiento Kg/ha. vs. Temperaturas Acumuladas por cada sub-período.

Rend. Kg/ha.	vs.	TEMPERATURAS ACUMULADAS				
1a.						
2a.	1a + 2a					
3a.	1a + 3a	2a + 3a				
4a.	1a + 4a	2a + 4a	3a + 4a			
5a.	1a + 5a	2a + 5a	3a + 5a	4a + 5a		
6a.	1a + 6a	2a + 6a	3a + 6a	4a + 6a	5a + 6a	

Igual procedimiento que en el cuadro N°. 6 se realizan asociaciones con temperaturas diurnas, nocturnas, grados día, y precipitaciones acumuladas, con el fin de tratar de encontrar una relación entre estos parámetros y el rendimiento.

Igualmente para medir la influencia de estos parámetros en el desarrollo del Clon, se hicieron estudios de correlación entre el número de días utilizados en cada sub-período y la suma de unidades de cada parámetro en estudio.

#### 4.0 RESULTADOS Y DISCUSIONES

##### 4.1 DESARROLLO

Como podemos observar en la figura N°. 10, el Clon de papa experimentado en el presente estudio, tuvo un período vegetativo que fluctuaba entre 93 días (siembra de Marzo 1977) a 174 días (siembra de agosto 1976), comportándose de esta manera como un Clon precóz o tardío, de acuerdo a la época o al momento de siembra, así al plantársele en los meses invernales donde el peligro de heladas es más frecuente, el período se alarga, esto podría explicarse debido a que los meses de julio y agosto, corresponde a los meses más fríos y secos del factor hidrotérmico de la zona. Mientras que al realizar las plantaciones en los meses de diciembre, febrero, marzo; las condiciones de temperatura y humedad ambiental se encuentran favorables para llenar los requerimientos del cultivo en estos parámetros, coincidiendo con (14) Val Gool, que expone al régimen térmico como uno de los factores ecológicos que influyen en la calidad de la papa, mientras que la precipitación atmosférica en forma de lluvia, es el elemento que favorece el desarrollo y crecimiento de la planta

Cuadro N°. 7.- Número promedio de días utilizados por el Clon de papa 63-74, al ser sembrado en los diferentes meses del año y número de días promedio del período Plantada-Tuberización en Cajamarca.

	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
A.-	122	113	116	115	114	153	174	147	120	126	114
B.-	42	37	39	50	73	66	79	74	54	45	45
C.-	7.7	9.9	4.1	1.7	2.8	2.4	4.0	3.7	2.9	6.6	8.0

- A.- Período Vegetativo en días
- B.- Período Plantada - Inicio de Tuberización
- C.- Rendimiento en T.M./ha.

También al observar el cuadro N°. 7, determinamos que el número de días promedios utilizados por el Clon de papa 63-74 en el transcurso del lapso 1975 al 1977, para llegar a la fase de tuberización varía entre 79 días (agosto) y 37 días (marzo), demorando un promedio de 54 días durante el año. En el mismo cuadro observamos que los mejores rendimientos se dieron en las siembras cuyos períodos para alcanzar la tuberización fueron los meses más cortos; coincidiendo con lo expuesto por GRUNER G.(6), que encuentra que cuando más corto es el estado vegetativo (brotación-floración) y más larga sea la fase generatriz que mantiene la capacidad funcional de los órganos formados, sobre todo en el desarrollo del tubérculo, mayor serán los rendimientos. Esta observación discrepa con CHRISTIANSEN J., quién expresa que, -- cuando más temprana se produce la tuberización, se manifiesta un precóz envejecimiento de la planta, dándose una baja producción si es que no hay un buen desarrollo del follaje. También observamos en las figuras Nos. 1 y 2, el comportamiento fenológico del híbrido de papa 63-74, en donde la fase de tuberización y de floración, se manifiesta constante o aguarda una relación proporcional con la fecha de siembra, independiente a la época en que se le plante ó del tiempo que demora en brotar.

Cuadro N°. 8.- Valores promedios de temperaturas acumuladas, Grados-Día, Temperaturas Diurnas, Temperaturas Nocturnas y precipitación acumulada en los sub-períodos de las diferentes siembras del Clon de papa 63-74 en Cajamarca (1975-1977)

Parámetros	Sub-períodos						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
Temp.Acum. en °C	272	216	118	230	334	225	1,495
Grados Día en °C	137	111	63	152	181	164	808
Temp.Nocturnas °C	228	179	90	219	312	255	1,283
Temp.Diurnas °C	382	299	144	392	526	428	2,171
PP Acumulada en mm.	38.8	27.5	18.3	38.0	44.1	39.8	206.5

En el cuadro N° 8, apreciamos los valores promedios de los parámetros en estudio utilizados por el clon de papa 63-74 en el transcurso de su desarrollo vegetativo por sub-período. Observando que el cultivo se ha desarrollado con un promedio de 1,283 unidades °C., de temperatura nocturna, 808 grados día (6°C) así como 206. mm. de lluvia / utilizando 1,495°C. unidades térmicas acumuladas en el período plantada-cosecha, valor muy cercano encontrado por BURGOS J.J., al evaluar éste parámetro para Huancayo; pero contado desde la siembra hasta 120 días después. Al observar el Cuadro N° 1 del anexo A-1 podemos deducir que las mejores cosechas fueron obtenidas, cuando las temperaturas nocturnas se encontraban en un promedio de 10.5°C. y las temperaturas diurnas estuvieron alrededor de 17.1°C. (Siembras de Febrero)

En la Figura N° 3, podemos observar la presentación de las temperaturas mínimas a una altura de 0.05 m. en las diferentes fases que se originan de la primera a la sexta siembra en el año 1975, donde se presentan temperaturas mínimas hasta el orden de -4.8°C., así en la primera siembra, ésta prácticamente se encuentra en la fase de cosecha habiendo tenido una producción bastante alta, mientras que la siembra realizada en los meses de Mayo resulta ser una de las más bajas, debido a la fuerte incidencia de las temperaturas mínimas en gran parte de su desarrollo vegetativo, principalmente en la fase de floración; además coincide con la época de ausencia de lluvias en la zona, estos podrían ser uno de los principales factores de la baja producción del Clon de papa 63-74, al ser sembrados en estos meses.

Cuadro N° 9.- Valores Máximos, Promedios y Mínimos en días por cada sub-período del Clon de papa 63-74 en Cajamarca (1975-77)

Días	Sub-períodos días						Total
	1	2	3	4	5	6	
Máximo	46	28	21	46	59	34	
Medio	21	17	10	24	31	25	128
Mínimo	9	7	7	10	10	9	

Los valores promedios en días que se muestran en el Cuadro N°. 9, nos permite decir que el período vegetativo promedio es de 128 días. Observando los valores máximos que corresponden al sub-período Plantación-Brotación (clave 1), esto puede deberse a la escasa humedad ambiental y del suelo en que fue plantada la simiente, descartándose la temperatura del suelo ya que en todos los estratos de 0.05 a 1.00 m. de profundidad la geotemperatura nunca baja de 18°C. Así también descartamos la inmadurez del tubérculo o la dormancia de las yemas, ya que la simiente utilizada era brotada.

#### 4.2 CORRELACIONES ENTRE LOS DIAS UTILIZADOS EN CADA SUB-PERÍODO VS. LOS DIFERENTES PARAMETROS METEOROLOGICOS

En el Cuadro N°. 10, apreciamos que el desarrollo del cultivo del Clon de papa en estudio, con respecto a los parámetros de temperatura, es en su mayor parte significativo, ya que en sus diferentes expresiones obtiene altos valores de correlación con respecto al número de días utilizados en cada sub-período y, los valores en dichos sub-períodos de temperatura acumulada, grados día, temperaturas diurna y nocturna.

Con referencia al factor temperatura acumulada, este se manifiesta significativamente en todas las fases de su desarrollo, con excepción en el período Brotación-Emparejamiento.

En cuanto al parámetro grados día (6°C.) es en el período Brotación-Floración, donde los valores de correlación son altamente significativos; mientras que con respecto a las temperaturas diurnas y nocturnas los valores de correlación son altamente significativos y altos, en los dos sub-períodos de Planta-da-Brotación y Brotación-Emparejamiento.

Los valores de correlación en el parámetro precipitación acumulada no son significativos; esta situación encontrada nos permite deducir que es el factor temperatura el que ejerce una fuerte incidencia en el desarrollo del cultivo, coincidiendo por lo expresado por (15) VENTSKEVICH G.Z. y VAN GOOL E., quienes expresan que la temperatura es uno de los factores que inciden fuertemente en el desarrollo del cultivo en sus diferentes fases, llegando algunas veces a ser un factor limitante.

Cuadro N°. 10.- Valores de Correlación y Significación entre el desarrollo en días del Clon de Papa 63-74 y los diferentes parámetros agrometeorológicos presentados durante su desarrollo en Cajamarca.

Sub período días	Temp.Acum. °C.	Grados Día °C.	Temp.Diur. °C.	Temp.Noct. °C.	PP Acum. mm.
1	0.90 xx	0.52 xx	0.95 xx	0.89 xx	0.25 NO
2	0.29 NO	0.79 xx	0.95 xx	0.88 xx	0.03 NO
3	0.98 xx	0.91 xx	0.46 x	0.40 NO	0.09 NO
4	0.70 xx	0.72 xx	0.55 x	0.17 NO	0.34 NO
5	0.62 xx	0.60 x	0.48 x	0.10 NO	0.13 NO
6	0.71 xx	0.77 xx	0.50 x	0.75 xx	0.33 NO
TOTAL	0.68 xx	0.39 NO	0.87 xx	0.77 xx	0.38 NO

#### 4.3 RENDIMIENTO

Los valores de rendimiento promedio del híbrido de papa 63-74 expresado en kg/ha., se presentan en el cuadro N°. 11 y más objetivamente en el gráfico N°. 9 del anexo, donde podemos apreciar que los rendimientos obtenidos por cosecha oscilaron en los diferentes meses de plantada entre 1,000 kg/ha. a 17,800 kg/ha., confirmando las observaciones de VASQUEZ (16), quien al conducir un experimento con este híbrido en las mismas condiciones ecológicas que las llevadas en el presente estudio, obtuvo rendimientos que oscilaban entre 13,500 a 34,500 kg/ha., superando también a lo expresado por CHRISTIANSEN (3), quien reporta un rendimiento de 5.6 T.M/ha. para la región de la sierra. Así mismo GOZALO-LANDA (7), al evaluar el uso actual de la tierra en la campiña de Cajamarca, encuentra rendimientos promedios de 5.0 TM/ha.

Cuadro N°. 11.- Valor de rendimiento promedio en Tm/Ha. del Clon de Papa 63-74, en los diferentes meses de siembra en Cajamarca (1973-77)

	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Rend.											
Tm/Ha.	7.7	9.9	4.1	1.7	2.8	2.4	4.0	3.7	2.9	6.6	8.0
%	78	100	42	17	28	24	41	38	29	67	82

En el Cuadro N°. 11, podemos observar que los rendimientos promedios más aceptables los encontramos al plantar la simiente en los meses de noviembre, diciembre, febrero y marzo; valores que estarían reflejando los meses en donde las condiciones climáticas llenan más optimamente los requerimientos de temperatura y humedad del cultivo.

#### 4.3.1 Correlaciones entre el rendimiento en Kg/Ha. vs. diferentes parámetros agrometeorológicos.

##### Rendimiento en Kg/Ha. vs. Precipitación

Para la cuantificación del grado de asociación del factor meteorológico precipitación en mm. con el factor rendimiento, se determina los coeficientes de correlación ( $r$ ), regresión ( $b$ ) y determinación ( $r^2$ ); estudiándose después de haber procedido al planteo de los puntos en el papel milimetrado, siendo posible mostrar el resultado de estas asociaciones por la clasificación de los valores y deduciendo las respectivas ecuaciones de regresión.

En el Cuadro N°. 13, podemos observar los coeficientes de correlación simple encontrados entre Rendimiento en Kg/Ha. ( $Y$ ) vs. los diferentes factores agrometeorológicos acumulados en cada período o sub-período del clon en estudio durante el transcurso de 1975-77; así mismo en el cuadro N°. 12 y más objetivamente en las Figuras Nos. 4, 5, 6, 7 y 8 del Anexo, apreciamos los diferentes coeficientes de regresión, ecuación calculada y  $S_{yx}$ , donde encontramos que coeficientes más aceptables se encuentran en la correlación habida entre el Rendimiento en Kg/Ha. y la precipitación en mm. acumulada en el período comprendido entre la plantada a inicio de floración ( $r = 62 \text{ **}$ ), coeficiente que re-

flejaría la importancia que tiene este factor meteorológico en un mejor rendimiento del Clon de Papa estudiados en este período de observación, que confirma las observaciones realizadas en Argentina por VAN GOOL. (14), el cual lo acerca aún más, reportando que los rendimientos se verán fuertemente mermados si la humedad se encuentra en defecto durante los 20 días que preceden a la floración. Una regresión aceptable se encuentra también entre el rendimiento en Kg/Ha. del Clon de Papa 63-74 y la precipitación acumulada entre el período de Brotación a inicio de Floración ( $r = 0.53$  \*\*), situación que confirmaría lo expuesto por G. GRUNER (6), quién expresa que los cultivos de papa en secano, los rendimientos se ven fuertemente influenciados por el buen aprovechamiento de agua durante el primer estado vegetativo (Brotación-Floración).

En lo referente al valor de regresión encontrado entre el Rendimiento y la Precipitación Acumulada en el período de Plantada a Brotación bastante baja a pesar de ser significativo de  $r = 0.48.$ , esto podría deberse a que en el brotamiento de la papa se ve influenciado por diferentes factores, como es la madurez del tubérculo al sembrarse, el vigor de las yemas, la humedad del suelo, etc., estos factores estarían reflejados en los coeficientes de determinación de la presente regresión estos resultados se acercan o concuerdan con lo expresado por AZZI G.(1), quién al citar a BRICOLLI, éste reporta al cultivo de papa como una planta sensible, tanto a la insuficiencia como al exceso de agua de lluvia en el sub-período Siembra-Brotamiento, concepto compartido también por VENTSKEVICH (15). Así mismo al apreciar los valores de correlación en los sub-períodos Brotación-Emparejamiento y Plantada-Emparejamiento, estos se presentan bastante altos lo que podría indicarnos que el efecto aditivo de la precipitación en los dos primeros períodos, es mucho más significativo que si se presentara aisladamente por cada sub-período.

#### 4.3.2 Rendimiento vs. Temperaturas Acumuladas en °C.

En los análisis efectuados entre el rendimiento en kg/Ha. vs. las temperaturas acumuladas en cada sub-período en grados centígrados y en las diferentes asociaciones planteada en el capítulo 3, los coeficientes de correlación y determinación -

encontrados en el análisis no son significativos y muy bajos variando entre (-0.17 a 0.36), valores que se pueden apreciar en el Cuadro N°. 13.

#### 4.3.3 Rendimiento vs. Temperaturas Diurnas Acumuladas (Cuadro N°. 13)

Los resultados de los análisis realizados entre rendimiento en kg/Ha. vs. temperaturas diurnas acumuladas en cada sub-período y las diferentes asociaciones planteadas en el capítulo 3, en donde los coeficientes de correlación y determinación encontrados son bastante bajos y la mayoría negativos y no significativos, con excepción de la asociación Plantada-Emparejamiento y Brotación-Emparejamiento, con un  $r = -0.40$  y  $r = 0.53$  respectivamente.

#### 4.3.4 Rendimiento vs. Temperaturas Nocturnas Acumuladas (Cuadro N°. 13)

Los resultados de los diferentes análisis planteados en el capítulo 3 entre rendimiento kg/Ha. y la temperatura nocturna acumulada en cada sub-período, donde apreciamos que los coeficientes encontrados en correlación y determinación son bastantes bajos y no significativos para la prueba de "t", con un nivel de significación de 95%, salvo en el período Plantada-Cosecha, resultado que nos hace suponer que hasta cierto punto las temperaturas nocturnas acumuladas en este período afectan negativamente a la producción en el cultivo del clon en estudio.

#### 4.3.5 Rendimiento vs. Grado-Día (Cuadro N°. 13)

Para los valores rendimiento en kg/ha. vs. la suma de grados día en cada sub-período en las diferentes asociaciones planteadas en el capítulo 3. Se observa que los coeficientes de correlación y determinación son bastante bajos variando entre  $r = -0.24$  y  $r = -0.07$  y no son significativos en los niveles del 95%.

Cuadro N° 12.- Conclusiones Significativas encontradas entre el Rendimiento (Y) en Kg/ha. y la Precipitación Acumulada en mm. en los diferentes sub-períodos del Clon de Papa 63-74 en Cajamarca (1975-1977)

Clave	Comb.	r	sig.	Ecuación Calculada	Syx
1e	Rend. vs. PP.Acumulada en S.P. Plantada-Brotación	0.48	*		
2e	" " " " S.P. Brotación-Emparejam.	0.53	**		
1e + 2e	" " " " S.P. Plantada-Emparejam.	0.55	**	$Y_c = 2577.8 + 47.9 \bar{X}$	3545.
1e + ..3e	" " " " S.P. Plantada-In. Tuberiz.	0.55	**	$Y_c = 2159.1 + 42.5 \bar{X}$	3541.
1e + ..4e	" " " " S.P. Plantada-In. Floración	0.62	**	$Y_c = 592.7 + 42.2 \bar{X}$	3324.
2e + 3e	" " " " S.P. Brotamiento-In.Tuberiz.	0.52	**	$Y_c = 3408.8 + 51.2 \bar{X}$	
2e + ..4e	" " " " S.P. Brotamiento-In.Florac.	0.53	**	$Y_c = 2055.5 + 53.9 \bar{X}$	2699.
2e + ..5e	" " " " S.P. Brotamiento-In.Madurac.	0.53	**	$Y_c = 333.3 + 37.6 \bar{X}$	3597.

\*\* Sig con 99% P.

Cuadro N°. 13.- Valores de Correlación y Significación entre Rendimiento en kg/Ha. del Clon de Papa 63-74 vs. - Valores Acumulados de Temperaturas Diurnas, Temperaturas Nocturnas, Temperaturas Acumuladas, - Grado Día y Precipitación Acumulada en Cajamarca.

CLAVE	TEMPER. ACUMUL.	GRADOS DIA (6°C.)	TEMPER. DIURNAS	TEMPER. NOCTUR.	PRECIPITACION ACUMULADA
1	0.02 No		-0.17 No	-0.00 No	0.48 *
2	0.19 No		-0.20 No	0.08 No	0.53 *
3	0.15 No		-0.29 No	-0.20 No	0.20 No
4	0.25 No		-0.11 No	-0.20 No	0.09 No
5	0.27 No		-0.04 No	-0.29 No	0.17 No
6	0.17 No		+0.13 No	0.01 No	-0.11 No
1+2	-0.07 No	-0.14 No	-0.28 No	-0.13 No	0.55 **
1+2+3	0.18 No	-0.10 No	-0.40 *	-0.20 No	0.55 **
1+2+3+4	0.32 No	-0.08 No	-0.35 No	-0.35 No	0.62 **
1+2+3+4+5	0.12 No	-0.24 No	-0.32 No	0.08 No	0.45 *
1+2+3+4+5+6	0.18 No	-0.07 No	-0.21 No	-0.60 *	0.34 No
2+3	-0.05 No	-0.19 No	-0.53 *	-0.09 No	0.52 **
2+3+4	0.14 No	-0.07 No	0.11 No	0.01 No	0.53 **
2+3+4+5	0.34 No	-0.20 No	0.05 No	0.02 No	0.53 **
2+3+4+5+6	0.36 No	-0.17 No	-0.14 No	0.18 No	0.29 No
3+4	0.35 No	-0.20 No	-0.18 No	0.09 No	0.21 No
3+4+5	0.20 No	-0.19 No	-0.17 No	0.01 No	0.27 No
3+4+5+6	0.31 No	-0.21 No	+0.35 No	0.01 No	0.11 No
4+5	0.22 No	-0.08 No	-0.18 No	0.13 No	0.22 No
4+5+6	0.18 No	-0.12 No	-0.12 No	0.14 No	0.21 No
5+6	-0.17 No	-0.08 No	-0.01 No	-0.01 No	0.02 No

### C O N C L U S I O N E S

1. Las conclusiones obtenidas en el presente estudio, son válidas en donde se ha desarrollado el mismo o para lugares con condiciones topográficas y climatológicas parecidas a ella.
2. El Clon de Papa experimentado en el presente estudio concluye su desarrollo con una acumulación térmica promedio de  $1,495^{\circ}\text{C}$ .
3. Una integral térmica de  $808^{\circ}\text{C}$ ., una precipitación acumulada de 206.5 mm. y un promedio de 128 días de período vegetativo.
4. La temperatura acumulada, la integral térmica y la temperatura diurna arrojan una alta correlación con las diferentes fases de desarrollo del cultivo, resultando altamente significativo a partir de la fase de emparejamiento a cosecha; mientras que el parámetro precipitación, no da ninguna significación con el desarrollo del cultivo.
5. Los meses de noviembre a diciembre, febrero y marzo, constituyen los meses de siembra que arrojan los mejores rendimientos; así como la mejor cantidad de días en su período vegetativo.
6. Los rendimientos en el clon experimentado, se encuentran fuertemente influenciados por la precipitación acumulada, en el período comprendido de plantada a floración; mientras que el resto de parámetros en estudio lo hacen de una manera NO significativa.
7. Los modelos matemáticos generados con los valores de precipitación acumulada de plantada a floración para calcular el rendimiento del clon en estudio, aún no están bastante bien cimentados como para ser utilizados.

RECOMENDACIONES

1. Es conveniente continuar con las investigaciones iniciadas, en los próximos períodos vegetativos, con el fin de obtener una mayor información acerca de estas relaciones en contraste con el paso del tiempo, con el fin de darle mayor solidez a los modelos matemáticos, para uso práctico.
2. Probar modelos matemáticos con la participación de las variables: Radiación, Insolación, Evapotranspiración y Hu-medad Relativa; así como analizar los mismos factores en forma de correlación múltiple, con lo que suponemos, será mayor el grado de linealidad de las correlaciones encontradas.
3. Continuar con las siembras escalonadas del cultivo de este clon o de variedades comerciales, en los meses de noviembre a abril, para de esta manera tratar de ir encontrando la fe-cha de siembra más óptima para el cultivo en la zona.
4. Los modelos matemáticos generados, deben usarse con cautela dado que se trata de un estudio preliminar, realizado en ba-se a un corto período de información agrometeorológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AZZI G. "Ecología Agrícola" Londo Ed. Constable y Co. Ltda. 1,956. 424 pág.
2. C.I.P. "Informe Anual del Centro Internacional de la Papa" CIP. 1977. Octubre 1978. 172 pág. Lima.
3. CHRISTIANSEN J. "El cultivo de la Papa en el Perú" Proyecto Nacional de Mejoramiento de Papa. Ministerio de Agricultura Ed. Jurídica S.A. Lima Perú. 1,967. 131 pág.
4. DASTES F. "Climatología" De Ariel Traducción al Castellano por Abad A. 1,972. - 334 pág.
5. M.FRERE; J.Q.RIJKS; J.REA. "Estudio Agroclimático de la Zona Andina" FAO-UNESCO-OMM. 1,975.- 375 pág.
6. GRUNER G. "La Fertilización de la Papa, Desarrollo del Cultivo y Asimilación de Nutrientes". Boletín Verde N°. 17.- Alemania 1,963. 56 pág.
7. GONZALO J.; LANDA C. "Uso Actual de la Tierra en los Piar's Cajamarca y San Marcos" Ministerio de Agricultura - Cooperación Técnica Belga. Cajamarca-Perú. 1977. 48 pág.
8. HARGREAVES, GEORGE H. "Clima y Agricultura" Pub. N°. 145. Comité Regional de Recursos Hidráulicos. Tegucigalpa Oct. 1973. 28 pág.

9. LI.P. et al. "Fisiología de la Papa en relación con los efectos Ambientales" VII Reunión del SLIO.
10. MORENO U.; SOBREVILLA L. "El efecto del clima local a distintas alturas en el crecimiento y morfogénesis de la Planta de Papa" Resumen II Congreso CONIAP. 1,974 pág. 193.
11. MULLER K. ; KLAPP; et al. "Uber der Rohlenhienderthau Haef der Kartoffel bau 13 pág.
12. PAPADAKIS J. "Geografía Agrícola Mundial" Ed. Salvat Barcelona España 1ra. Ed. 1,960, 649 pág.
13. SENAMHI Manual Técnico "Establecimiento de las Observaciones Fenológicas en el Perú" 1,977.
14. VAN GOOL E. "Comportamiento Fenológico y Fecha Optima de Plantación de Cuatro Variedades de Papa en Valcarse" Meteoros Año IV. Buenos Aires Argentina. - 1,954, 13 pág.
15. VENTSKEVICH G.Z. "Agrometeorología" Leningrad Gidrometeorozdat. 1,958, 376 pág.
16. VASQUEZ V. Ministerio de Agricultura CRIAN II - Cajamarca. Memoria Anual 1,975.
17. VILLACHICA H. "Influencia del Clima en la Tuberización de 6 Variedades de Papa".
18. WILSIE C. "Cultivos, Aclimatación y Distribución". Ed. Acribia. Zaragoza España 1,966, 491 pág.

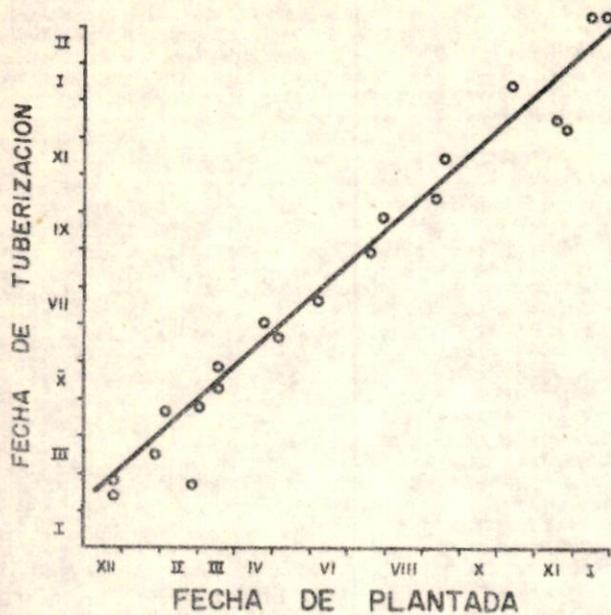


FIG Nº 1 Fecha de tuberización del clon de papa 63-74 de acuerdo a la fecha de plantada en Cajamarca 1975-1977

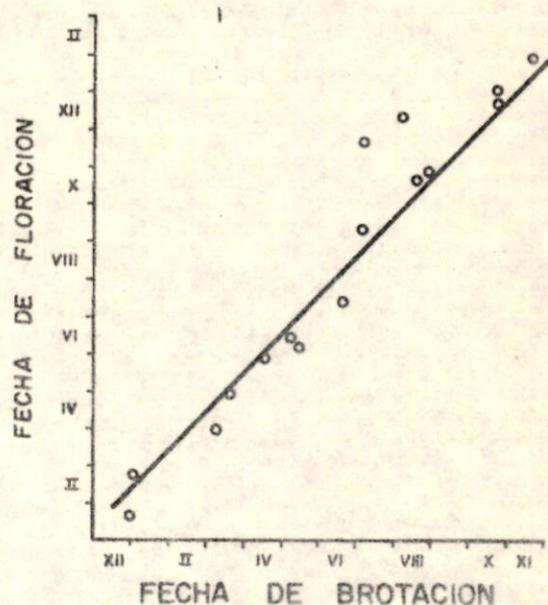


FIG Nº 2 Fecha de floracion del clon de papa 63-74 de acuerdo a la fecha de brotamiento en Cajamarca 1975-1977

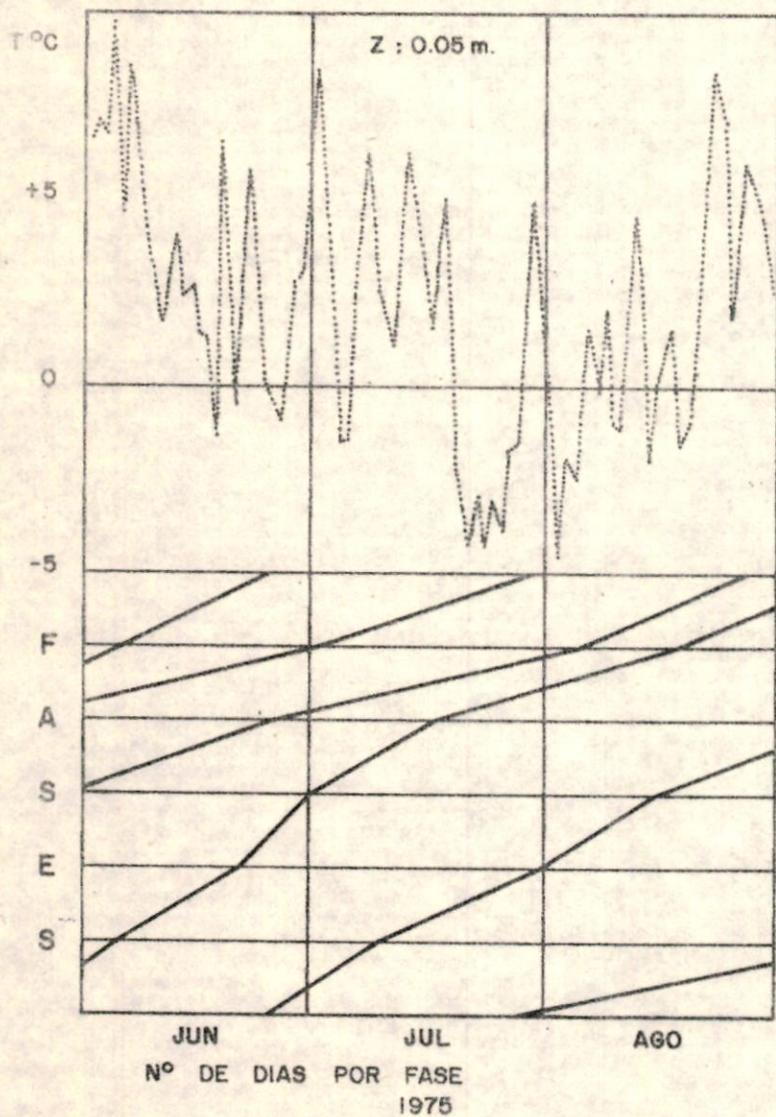


FIG Nº 3 Presentacion de Temperaturas Minimas en °C (Z: 0.05) en el clon de papa 63-74 de la primera a la sexta fecha de plantada en Cajamarca 1975



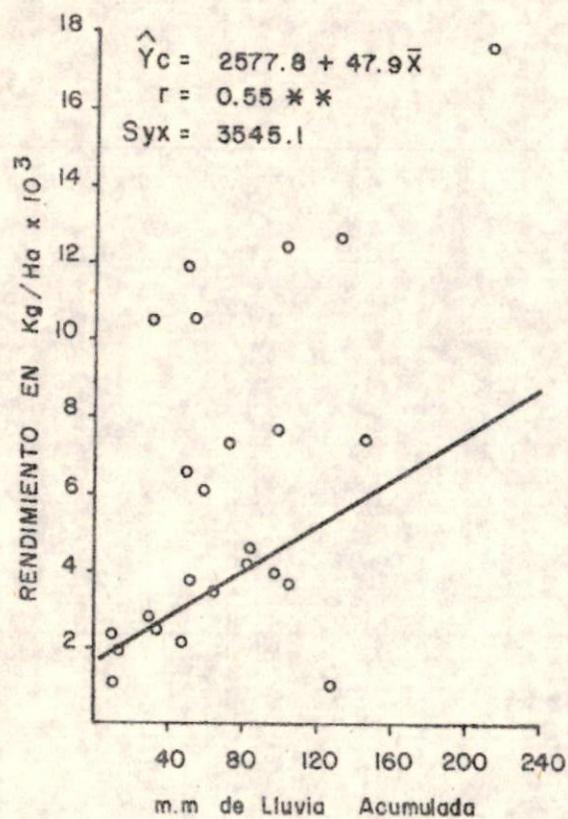


FIG. Nº 4 Diagrama de Dispersión y línea de regresión entre rendimiento en kg/ha. vs. precipitación acumulada en m.m del periodo plantada-emparejamiento en Cajamarca 1975-1977

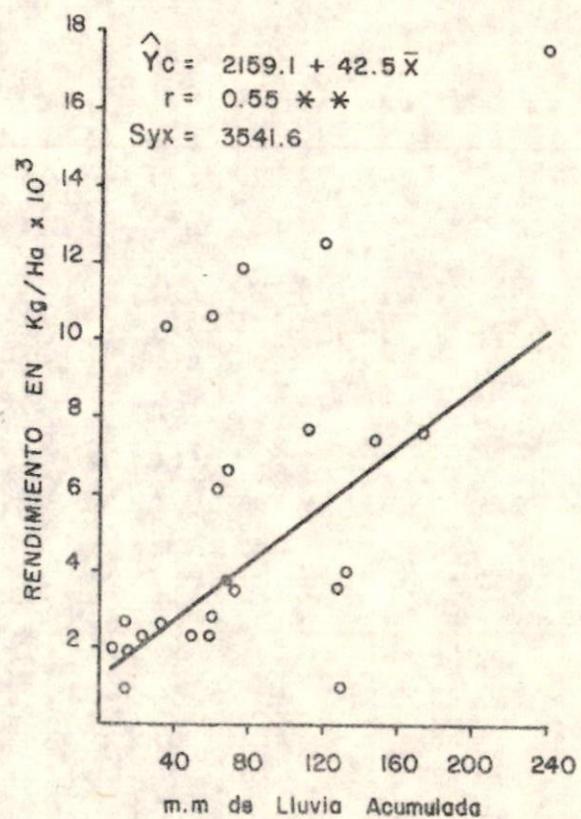


FIG. Nº 5 Diagrama de Dispersión y línea de regresión entre rendimiento en kg/ha. vs. precipitación acumulada en m.m del periodo Plantada-Inicio de Tuberización en Cajamarca 1975-1977.

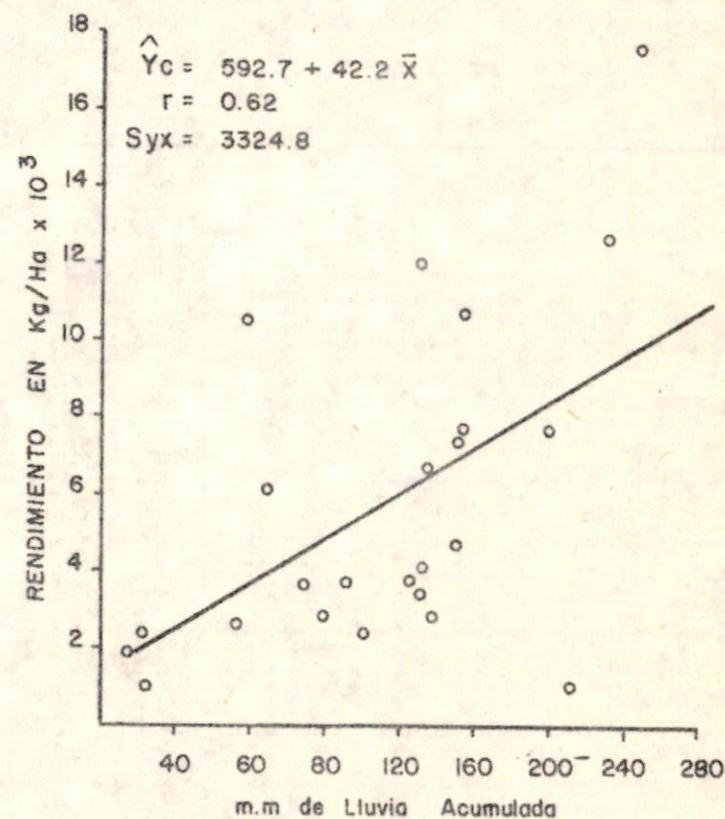


FIG. Nº 6 Diagrama de Dispersión y línea de regresión entre rendimiento en kg/ha. vs. precipitación acumulada en m.m del periodo Plantada-Inicio de Floración en Cajamarca 1975-1977

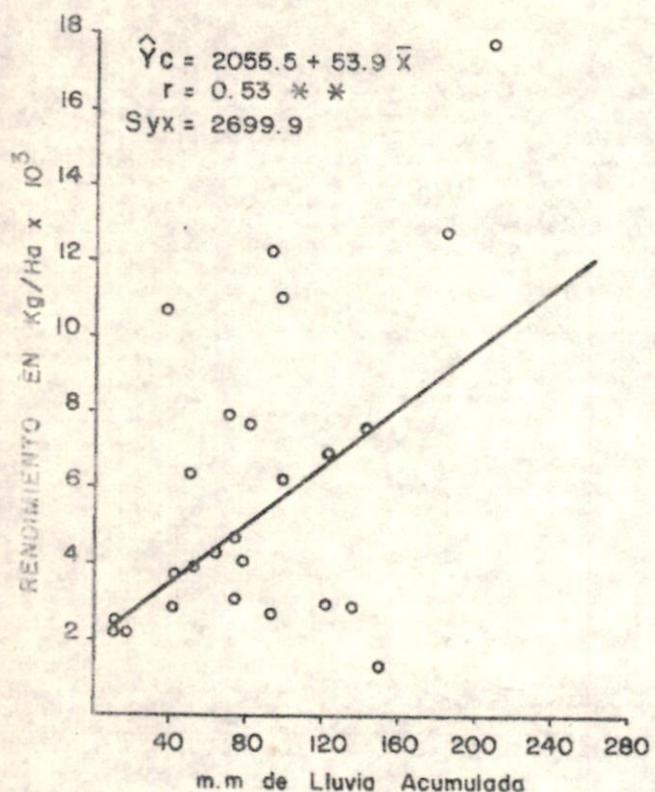


FIG. Nº 7 Diagrama de Dispersión y línea de regresión entre rendimiento en Kg/ha vs. Precipitación Acumulada en m.m del periodo Brotamiento-Inicio de Floración en Cajamarca 1975-1977

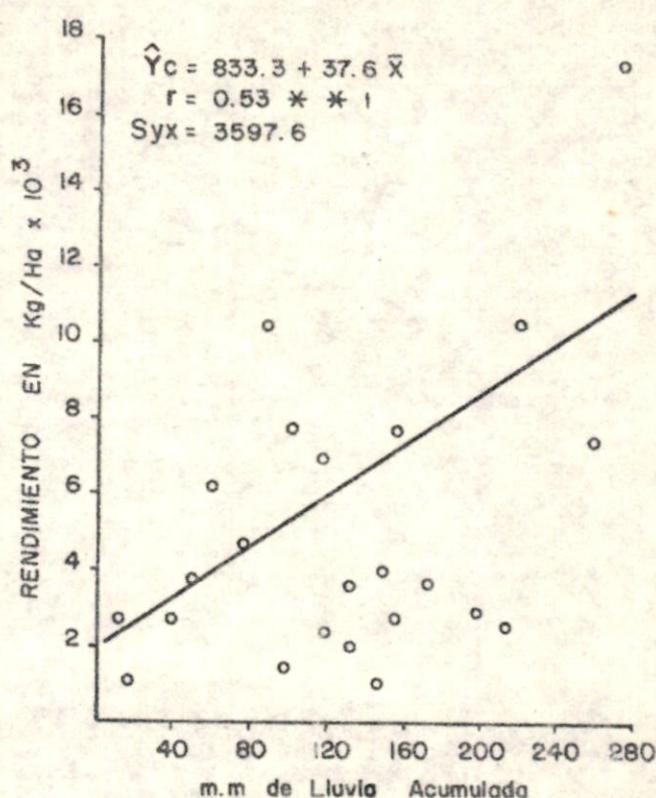


FIG. Nº 8 Diagrama de Dispersión y línea de regresión entre rendimiento en kg/ha vs. Precipitación Acumulada en m.m del periodo Brotamiento-Inicio de Maduración en Cajamarca 1975-1977

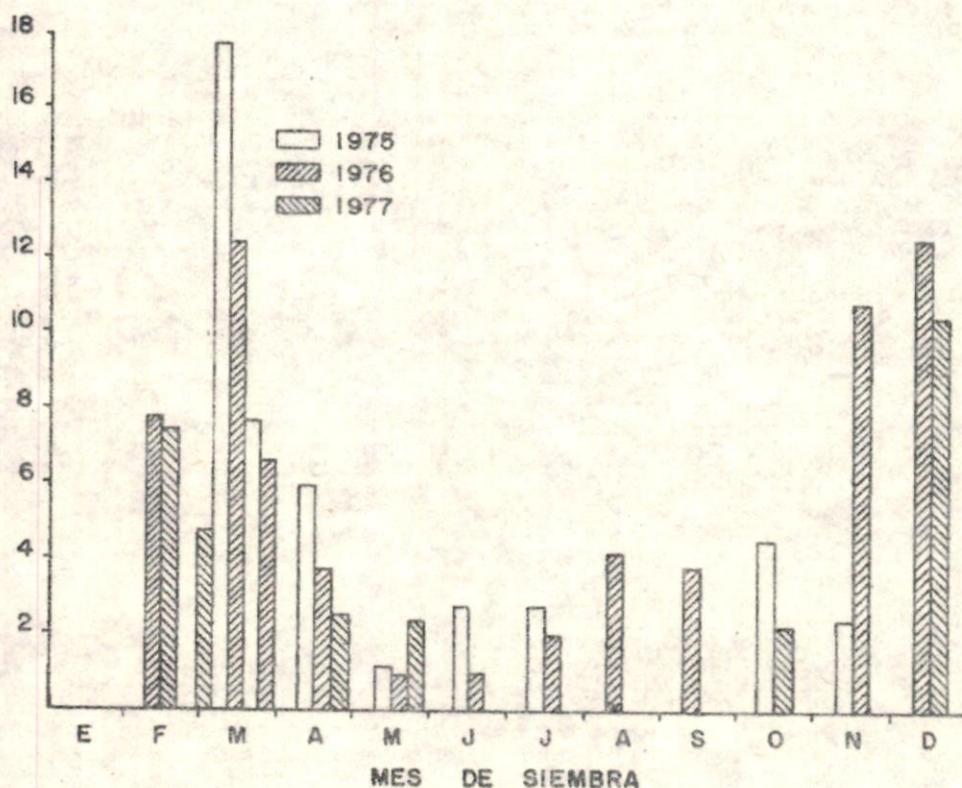


FIG. Nº 9 Variación de los Rendimientos en kg/ha. del clon de papa 63-74 de acuerdo a la época de siembra en Cajamarca 1975-1977

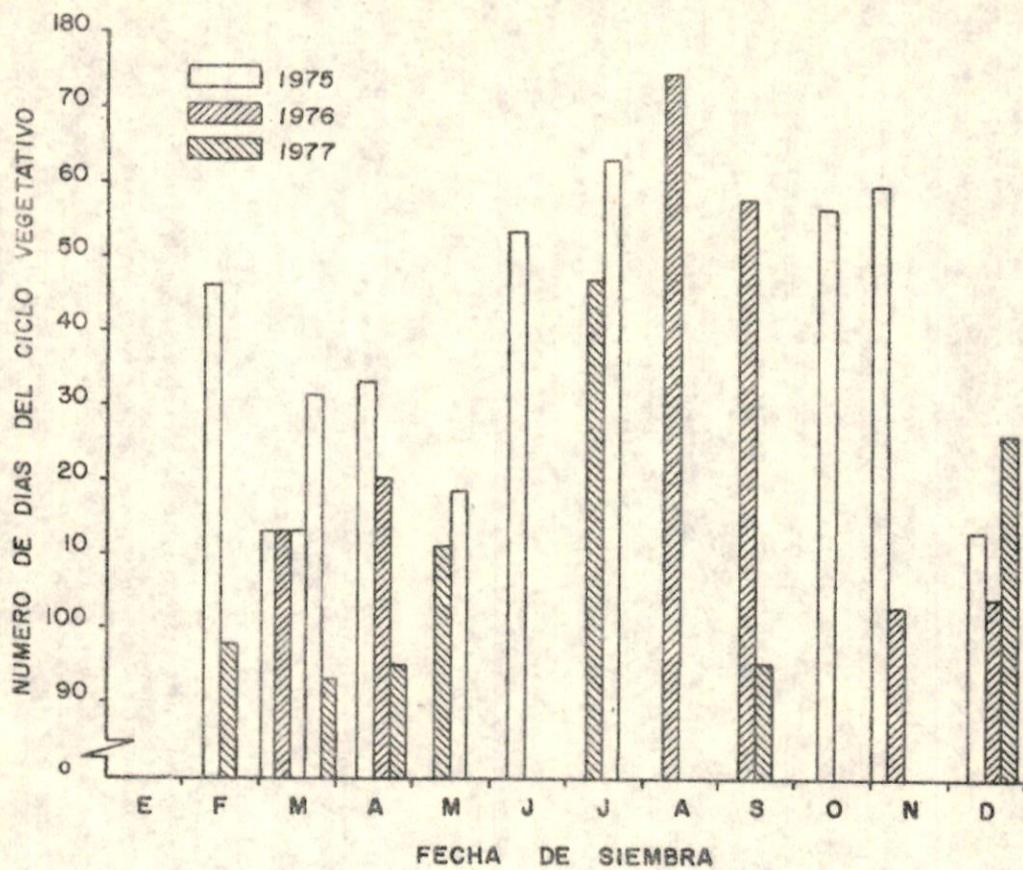


FIG. Nº 10 Número de días del Periodo Vegetativo de acuerdo a la época de Siembra del Clon de papa 1963 - 1974 en Cajamarca 1975 - 77.

## ANEXO A-1

CUADRO Nº 1.- Factores Agrometeorológicos Evaluados Mensualmente en el Transcurso del Período 1975-77, en la Estación MAP 30' "AUGUSTO WEBERBAUER-CAJAMARCA"  
 Latitud : 07°10' S. Longitud : 78°30' W. Altitud : 2,536 m.s.n.m.

1975

PARAMETROS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Temperatura Máxima °C.	20.4	20.3	20.3	20.6	20.0	20.0	20.0	20.2	20.5	20.6	20.6	21.7
Temperatura Mínima °C.	6.9	7.2	7.9	7.1	5.6	4.1	2.0	2.7	4.6	6.2	6.0	5.9
Precipitación en mm.	93.7	158.1	199.4	70.7	66.8	10.0	7.2	19.3	45.1	80.2	65.1	8.0
Humedad Relativa en %	77	82	84	81	80	70	65	66	72	74	72	66
Horas de Sol en h y d.	5.1	4.0	4.2	5.4	5.1	6.5	7.4	6.8	5.2	6.4	6.6	7.0
Nicto Temperatura °C	10.7	10.5	11.0	10.5	9.2	8.0	6.5	7.1	8.6	9.9	9.7	9.8
Temperatura Acum. 6°C.	237	252	252	236	211	182	155	169	197	233	219	242
Temperatura Acum. 10°C.	113	136	127	105	87	62	31	45	77	108	99	118
Foto Temperatura °C	17.0	17.1	17.2	17.2	16.4	16.0	15.5	15.8	16.5	17.2	16.9	17.8

## ANEXO A-1

1 9 7 6

P A R A M E T R O S	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Temperatura Máxima °C.	19.8	20.1	20.6	20.7	20.6	20.1	20.3	20.7	22.2	22.7	22.4	22.1
Temperatura Mínima °C.	9.5	8.0	8.6	7.1	7.2	4.8	4.4	5.0	6.4	6.2	7.0	7.5
Precipitación en mm.	103.4	62.9	81.3	55.2	43.0	23.0	0.1	4.4	12.3	32.2	71.6	44.4
Humedad Relativa en %	79	79	81	77	77	72	62	67	66	64	66	69
Horas de Sol en h y d.	4.3	5.1	5.1	5.6	6.0	6.2	8.1	6.5	6.6	7.4	7.2	5.4
Nicto Temperatura °C	12.1	11.3	11.6	10.5	10.5	8.6	8.4	8.9	10.4	10.3	10.8	11.2
Foto Temperatura °C	17.2	17.1	17.6	17.3	17.3	16.3	16.3	16.8	18.3	18.6	18.6	18.5
Temperatura Acum. 6°C	268	225	267	237	245	194	197	212	249	261	261	273
Temperatura Acum. 10°C	144	113	143	117	121	74	73	88	129	138	141	149

1 9 7 7

Temperatura Máxima °C	21.4	19.7	20.9	20.9	21.1	20.6	21.2	21.8	21.9	22.0	21.3	22.0
Temperatura Mínima °C	10.3	9.9	10.0	8.0	5.6	4.8	4.7	4.8	7.0	6.9	7.8	8.4
Precipitación en mm.	129.9	146.4	141.9	42.6	25.5	8.0	7.5	0.1	16.1	53.4	54.8	63.3
Humedad Relativa en %	77	80	77	76	88	72	67	65	67	72	76	77
Horas de Sol en h y d.	4.9	3.6	4.8	5.6	6.8	6.2	7.4	6.7	6.0	5.5	5.7	6.5
Nicto Temperatura °C	13.1	12.2	12.7	11.2	9.5	8.8	8.8	9.1	10.7	10.7	11.2	11.8
Foto Temperatura °C	18.6	17.2	18.2	17.7	17.2	16.7	17.1	17.6	18.2	18.2	17.9	18.6
Temperatura Acum. 6°C.	305	245	293	254	228	201	215	226	254	262	256	258
Temperatura Acum. 10°C	18	133	169	123	104	81	91	102	134	138	136	161

CUADRO Nº 2.- Análisis Físico - Químico del Suelo \*

Nº de Muestra	Profund del Perfil	Análisis Mecánico			Clasif. Textural	PH	C.E. mhos/cm.	Mat. Orgán.	Carbo nato %	N %	P p.p.m.	K p.p.m.	DENSIDAD Aparente
1	00-10	34	23	43	Ar.	6.8	0.2	1.10	0.64	0.05	13	105	2.69
2	11-20	39	23	38	Fr. Ar.	7.0	0.2	3.55	2.06	0.11	4	78	2.69
3	21-30	39	22	39	Fr. Arc.	6.6	0.4	4.00	2.32	0.19	4	88	2.54
4	31-40	37	18	45	Arc.	6.6	0.3	0.90	0.52	0.07	6	79	2.63
5	41-50	29	18	53	Arc.	6.5	0.2	0.80	0.44	0.07	10	111	2.69
METODO					POTENCIO METRO	POTEN CIOMETRO	CON- DUCTO METRO	CALO RIME TRO	GASO- METRI CO	Kell dahl	OL- SEN	MOR- GAN	

\* Análisis realizado por el Dpto. de Suelos de la UNTC.

