

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Departamento de Agronomía



Efecto del número de tallos en el crecimiento y
rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar
Royal

Tesis para aspirar al título de Ingeniera Agrónomo

Diplomante: Yenisey Gámez Borrás

Tutores: Dr. C. Isbel Rodríguez Seijo

MSc. Elier Mora Pérez

Consultante: Dr. C. Sinesio Torres García

Curso 2016 - 2017

Año del 59 Aniversario del Triunfo de la Revolución

Pensamiento

“La agricultura es la única fuente constante, cierta y enteramente pura de riquezas”

José Martí

Resumen

La investigación se realizó en la Empresa Agropecuaria “Valle del Yabú”, durante la campaña 2016-2017. El diseño experimental seleccionado fue un bloque al azar con cinco tratamientos y tres réplicas. El marco de plantación utilizado fue de 0.90 x 0.30 m. El objetivo general consistió en determinar el efecto del número de tallos en el crecimiento y rendimiento del cultivar Royal, en condiciones de producción. Se determinaron peso fresco (PF) y peso seco (PS) de tallos, hojas y tubérculos; área foliar por plantas (AF), índice del área foliar (IAF); tasa de asimilación neta (TAN); tasa relativa de crecimiento (TCR), razón del área foliar (RAF). En cosecha se determinaron número de tubérculos por planta, el peso de tubérculos por planta y el estimado de rendimiento y el porcentaje de masa seca de los tubérculos. El aumento del número de tallos es proporcional a la acumulación de materia seca en los tubérculos en formación, tallos y hojas y al desarrollo del área foliar, al índice de área foliar y a la razón de área foliar, el aumento del número de tallos reduce TAN y TCR, aumenta la cantidad de tubérculos por planta, disminuye el peso promedio por tubérculos. El cultivar Royal es capaz de emitir tallos laterales siendo tan productivos como los tallos principales.

Contenido

Introducción.....	1
2. Revisión bibliográfica.....	3
2.1. Características botánicas y ubicación taxonómica de la papa (<i>S. tuberosum</i> L)	3
2.2. Períodos de crecimiento y fases de desarrollo.....	4
2.3. Desarrollo y crecimiento del cultivo.....	5
2.3.1. Crecimiento del follaje.....	6
2.3.2. Factores que determinan el inicio de la tuberización.....	6
2.4. Fitotecnia del cultivo.....	8
2.4.1. Preparación de suelos.....	8
2.4.2. Plantación.....	9
2.4.3. Número de tallos.....	9
2.4.4. Cultivos y Aporques.....	10
2.4.5. Riego.....	10
2.4.6. Fertilización.....	11
2.4.7. Protección fitosanitaria.....	12
2.4.8. Cosecha y manipulación.....	12
2.5. Formación del rendimiento.....	12
2.6. Caracterización del cultivar Royal.....	13
3. Materiales y métodos.....	14
3.1. Variables evaluadas.....	15
3.1.1. Peso fresco (PF) y peso seco (PS) de tallos, hojas y tubérculos.....	15
3.1.2. Área foliar por plantas (AF).....	15
3.1.3. Índice del área foliar (IAF).....	16
3.2. Determinación de índices de crecimiento.....	16
3.2.1. Tasa de asimilación neta (TAN).....	16
3.2.2. Tasa Relativa de Crecimiento (TCR).....	16
3.2.3. Razón del área foliar (RAF).....	17
3.3. Rendimientos y sus componentes.....	17
3.4. Estadística.....	17
4. Resultados y discusión.....	18
4.1. Peso seco de tallos, hojas y tubérculos en formación.....	18
4.1.2. Área foliar.....	20

4.1.3. Índice área foliar (IAF)	21
4.2 Índices de crecimiento.....	22
4.2.1. TAN	22
4.2.2. TCR	23
4.2.3 RAF	24
4.3. Rendimiento del cultivar Royal	25
4.3.1. Número de tubérculos por planta.....	25
4.3.2 Peso de tubérculos por planta.	26
4.3.3. Estimado de rendimiento de acuerdo al número de tallos por plantón	28
Conclusiones.	30
Recomendaciones.	31

1. Introducción

El cultivo de la papa es un tubérculo de gran demanda por la población cubana por sus aportes en proteínas, minerales y vitaminas, de ahí que años atrás se le denominara la reina de las viandas. Se cultiva en más de 130 países del mundo cubriendo un área mayor de 18 millones de hectáreas con una producción anual de 315 millones de toneladas, superada solamente por tres cultivos: trigo, arroz y el maíz, representando la mitad de la producción mundial de raíces y tubérculos (MINAG, 2016).

En Cuba ocupa el primer lugar entre las raíces y tubérculos, se plantan cada año entre 10 000 y 15 000 ha, con un rendimiento medio entre 18 y 25 t ha⁻¹, y una producción anual de 300 000 t (Estévez, *et.al.*, 2007).

Cuba, desde el año 1983 hasta la campaña 2015/2016, plantó como promedio 12 809,43 hectáreas, siendo el año record en hectáreas plantadas la campaña 1990/1991 con 18 428,30 hectáreas, obteniendo como promedio en estos 33 años una producción de 241 mil 248.68 toneladas; el record en producción se obtuvo en la campaña 2000/2001 con 372 mil 681,7 toneladas, donde en ese mismo año se rompió el record de almacenamiento en frigorífico con 196 mil 946,70 toneladas; los rendimientos promedios de estos años fueron de 18,35 t/ha⁻¹, siendo el año record la campaña 2001/2002 con 25,9 t ha⁻¹ (MINAG, 2016).

Campos *et al.*, (2003) señalan que siendo el continente americano el lugar físico de origen de esta solanácea, y por ende su nicho ecofisiológico, ha sido ampliamente superada por otras regiones productoras en el mundo. La disponibilidad de tubérculos semilla de calidad, el número de tallos y la densidad de plantas están entre los factores, que, en óptimas condiciones de manejo, permiten al cultivo expresar su potencial productivo, unido a las características propias de la variedad. Estos aspectos cada día adquieren más importancia dentro del contexto productivo comercial (Montes de Oca *et al.*, 2005).

En Cuba, la producción de papa cuenta con un amplio espectro de cultivares foráneos; la Empresa Agropecuaria Cultivos Varios “Valle del Yabú”, en la campaña 2016/2017,

incorporó en la producción el cultivar Royal, muy resistente a las principales plagas del cultivo y con buenos rendimientos en condiciones de producción.

UNA, (2008) señala que muchas variedades son llevadas a la producción por sus buenos rendimientos, pero es clave garantizar la mayor cantidad posible de tallos por plantón para aumentar las producciones si las condiciones post siembra no son adversas al cultivo.

Problema

¿Cómo influye el número de tallos en el crecimiento y en los componentes del rendimiento en el cultivar Royal en condiciones de producción?

Hipótesis

La regulación del número de tallos contribuirá a elevar el rendimiento en el cultivar Royal en condiciones de producción.

Objetivo general

Determinar el efecto del número de tallos en el crecimiento y rendimiento del cultivar Royal, en condiciones de producción, en la Empresa Agropecuaria Cultivos Varios "Valle del Yabú".

Objetivos específicos:

1. Determinar indicadores de crecimiento del cultivar Royal, en condiciones de producción.
2. Evaluar los efectos del número de tallos sobre el rendimiento y sus componentes.

2. Revisión bibliográfica

2.1 Características botánicas y ubicación taxonómica de la papa (*S. tuberosum* L)

Según López *et al.* (1995) el sistema radical de la papa no presenta raíz principal que se destaque de las restantes, la mayor parte de ellas se desarrollan profundo. Esta característica depende de la composición genética de la variedad y de la coyuntura agroclimática. La extrema proximidad de las raíces a la superficie del suelo debe tenerse en cuenta en la labranza. Las labores profundas pueden ser muy destructivas para las raíces y trastornar el equilibrio entre la raíz y la parte aérea, lo que da como resultado un decrecimiento notorio en la producción. Algunas raíces muestran una clara tendencia a dirigirse hacia abajo, lo cual es característico en el proceso normal del desarrollo.

Según López *et al.* (1995) la planta de papa (*S. tuberosum* L) posee un tallo principal y a veces varios de ellos, según el número de yemas (grellos) que hayan brotado del tubérculo. Éstos son de sección angular y en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias. Las hojas son alternas, las de la primera etapa del cultivo son de aspecto simple, después vienen las compuestas, imparipinnadas de color verde más o menos intenso con 3 o 4 pares laterales y una terminal. Las flores se reúnen en inflorescencias cimosas en las extremidades del tallo. Su fruto es una baya redondeada de color verde que se torna amarilla al madurar, con más de 200 semillas medio blancas y aplanadas.

Según López *et al.* (1995) en la papa, el tubérculo procede del ensanchamiento de tallos subterráneos. El tubérculo se desarrolla precisamente en el extremo opuesto de la inserción del estolón tuberífico. La forma del tubérculo depende de la variedad, el suelo y del clima y puede ser alargada, ovalada y redondeada. La masa feculenta puede ser amarilla o blanca, aunque también existen variedades rojas o violetas. Sin embargo, son las papas de masa amarilla y blanca las más apetecidas por el hombre. En la superficie del tubérculo aparecen las yemas (ojos). Estas son más numerosas en el extremo del tubérculo más distante de la inserción de este con el tallo, que se denomina corona y en la que se observa una depresión redondeada. Estos ojos o yemas están dispuestos en espiral. Investigaciones realizadas demuestran que algunas semanas después de la emergencia de las plantas de papa, se inicia el crecimiento del tubérculo y que una vez

que se haya establecido la relación entre los tubérculos jóvenes en el desarrollo y el follaje, el crecimiento de estos se produce a un ritmo más o menos constante, el cual no solo depende de la duración del día, la temperatura, etc.; sino también de la disponibilidad de agua.

Según Franco *et al.* (2003) la ubicación taxonómica del cultivo es la siguiente:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnolipsida

Subclase: Asteridae

Familia: Solanácea

Género: Solanum

Especie: *Solanum tuberosum* L.

2.2 Períodos de crecimiento y fases de desarrollo

De acuerdo con López *et al.* (1995) el ciclo biológico de la papa comprende cuatro periodos diferenciados que se producen en épocas distintas según el clima y la variedad.

Primer periodo: comprende desde la plantación del tubérculo hasta la brotación, este lapso depende de la variedad de la papa y de la preparación a que se sometan los tubérculos con el objetivo de aproximar la madurez fisiológica a la fecha de recolección. El tubérculo en condiciones adecuadas de humedad y a temperaturas de 12 y 22 °C emite raicillas y después, tallos cortos que al crecer llegan a la superficie.

Segundo periodo: comprende desde la brotación hasta que los tubérculos alcanzan un diámetro de 0,5 cm. Durante este periodo crecen el sistema radical y el aéreo, y las hojas alcanzan gran desarrollo; este es tanto más rápido cuanto mayores sean la temperatura y el grado higrométrico. Para el desarrollo es necesario que las raíces dispongan de abundantes elementos nutritivos en forma asimilable, ya que, si estos escasean, el crecimiento se restringe. Es un hecho comprobado que las plantas con pocos tallos producen escasos tubérculos de gran tamaño, y que lo contrario ocurre cuando existen cinco o seis tallos aéreos por pie de planta. En este periodo el suministro de agua frecuente creara las condiciones para un buen desarrollo.

Tercer periodo: comprende desde el comienzo de la formación del tubérculo hasta la floración. Se caracteriza por un aumento en el peso y tamaño del tubérculo. La porción aérea sufre un colapso vegetativo, lo que hace que al final de este periodo su crecimiento sea escaso o nulo. El tamaño y el número de los tubérculos que produce cada pie de planta dependen principalmente de la variedad y de la fertilización. Aunque por lo general se forma un solo tubérculo por cada estolón, factores negativos pueden provocar que los tubérculos se produzcan en forma de rosario, como resultado del estrangulamiento del tubérculo original. Este periodo es crítico en cuanto al suministro de agua al cultivo, ya que la asimilación de nutrientes por la planta aumenta según esta se desarrolla y, lógicamente, si carece de la humedad necesaria los rendimientos se ven afectados sensiblemente.

Cuarto periodo: comprende desde la floración hasta la recolección. La aparición de las flores coincide generalmente con el final del desarrollo de la parte aérea. La floración depende de la variedad, de la humedad del suelo y del grado higrométrico, pero no parece afectar el número y el tamaño de los tubérculos de cada planta. El final del periodo se conoce por el color amarillo que adquieren las hojas. Después estas se secan y el periodo termina con la casi desaparición de la parte aérea que llega a confundirse con el suelo. En Cuba la planta alcanza su estado óptimo de cosecha sin necesidad que las hojas se sequen, si no cuando toman un color amarillo pálido. Al final el tubérculo alcanza su máximo contenido en fécula, y casi desaparece la glucosa y los azúcares reductores.

En este momento el riego debe hacerse cuidadosamente, y no debe ser abundante, ya que puede predisponer los tubérculos a las pudriciones. De 7 a 10 días antes de la recolección llegara la ocasión de suspender el riego para proceder a la cosecha de los tubérculos ya maduros.

2.3 Desarrollo y crecimiento del cultivo

Una vez emergida la planta, y hasta que el follaje cubre todo el terreno disponible, la fotosíntesis neta conseguida es usada para el crecimiento general de la planta, tanto su parte aérea como radical y estolonífera. Prácticas agronómicas tendientes a lograr una mayor densidad de plantación, suministro adecuado de nutrientes, abastecimiento oportuno de agua, clima con temperaturas entre los 18 y 25°C, una alta intensidad

lumínica y un gran número de yemas en el tubérculo-semilla, favorecen un desarrollo óptimo del cultivo en todas sus etapas. Después de la emergencia, la parte aérea y las raíces se desarrollan simultáneamente. El crecimiento de los tubérculos se puede iniciar lentamente entre las 2 y 4 semanas después de la emergencia y continúa en forma constante a través del tiempo (Weldt, 1996).

2.3.1 Crecimiento del follaje

En las primeras etapas del ciclo de las plantas, el crecimiento es sostenido por las reservas acumuladas en el tubérculo. La gran cantidad de reservas que este contiene permite que en condiciones óptimas de temperatura entre 20 y 23 °C, la expansión del área foliar sea muy rápida. Al irse consumiendo las reservas y aumentando el área foliar fotosintéticamente activa, esta pasa a ser la fuente principal de asimilatos. El cultivo de papa en condiciones óptimas de crecimiento puede llegar a cubrir totalmente el suelo en 40 o 45 días después de la emergencia, alcanzando la mayor área foliar del ciclo, la que consideraremos como óptima. El crecimiento del follaje es resultado de dos procesos combinados: ramificación y la aparición de hojas y expansión o crecimiento de las hojas. En la planta de papa la yema apical del tallo, luego de la producción de un número de hojas variables se diferencia en una yema floral. La cantidad de ramificaciones y el número de hojas que se produzcan depende de la duración del período de aparición de hojas y de la tasa de aparición de las mismas. Cuanto más largo sea el período de aparición de hojas, mayor cantidad de ramificaciones (pisos o niveles) se producirán (Figura 14. Anexos). A mayor temperatura (hasta 26 y 28 °C) mayor será la tasa de aparición de hojas (Contreras, 1998).

2.3.2 Factores que determinan el inicio de la tuberización

La formación de tubérculos (definido como inducción, iniciación, crecimiento y maduración de los tubérculos) es el proceso determinante en la formación de la cosecha de este cultivo. Existen varios factores del ambiente y del manejo que afectan el inicio de la tuberización.

Fotoperíodo: La papa es una planta de día corto (DC) para la tuberización. Podemos decir que el acortamiento de los días (fotoperíodo corto) es un factor que estimula o acelera la entrada en tuberización, pero no determina este proceso. En condiciones de día largo (DL) (fotoperíodo creciente) inician la tuberización, aunque el largo de la 1ra etapa, a igualdad de condiciones de otros factores, será algo mayor con DL que con DC, o sea que podemos decir que la respuesta de este cultivo al fotoperíodo es una “respuesta cuantitativa” (Harris *et al.*, 1992).

Temperatura: En el inicio de la tuberización, la disponibilidad de asimilatos o azúcares simples en la planta para el inicio de los tubérculos es fundamental. En la aparición del primer racimo floral en la planta, el inicio de la tuberización está afectado por la relación Fuente (disponibilidad de asimilatos) y la Fosa (follaje de la planta). Como la temperatura es uno de los factores fundamentales que afecta esta relación, tiene una gran influencia en la determinación del momento de inicio de la tuberización. A mayor temperatura (hasta 27 o 28 °C), mayor es la tasa de crecimiento potencial del follaje y por lo tanto mayor es su capacidad de consumir asimilatos disponibles. Antes del inicio de la tuberización y aún luego de iniciada, hasta que no hay varios tubérculos creciendo activamente en la planta, la principal fosa es el follaje, las condiciones que favorezcan el crecimiento de éste van a retrasar el inicio de la tuberización. Esto se debe a que las condiciones que favorecen un rápido crecimiento del follaje hacen que este consuma la mayor parte de los asimilatos disponibles. Por tanto, temperaturas por encima de 20 ° C no causan aumentos significativos en la TAN, pero si en la fuerza de fosa de la planta, baja la relación Fuente/Fosa y se retrasa el inicio de la tuberización. A su vez, a temperaturas por debajo de 17 °C, si bien tenemos una baja fuerza de fosa del follaje, la TAN es menor y también es menor la tasa de aparición y expansión de hojas que permita alcanzar una alta intercepción de la radiación en corto tiempo. Esto hace que a temperaturas por debajo de 17 °C también retrasen el inicio de la tuberización. Entre 17 y 20 °C no hay diferencias significativas (Kooman y Haverkort, 1994).

Radiación incidente y disponibilidad de agua: Un estrés hídrico moderado durante la etapa de expansión del follaje (1ra y 2da etapa del cultivo), frena el crecimiento del follaje y favorece la partición de asimilatos hacia el crecimiento de los tubérculos, sobre todo cuando ya existen tubérculos iniciados en la planta. Este efecto del estrés hídrico puede

interpretarse como un adelantamiento del fin del crecimiento del follaje a favor de la partición a los tubérculos. Esto puede resultar en un acortamiento del ciclo del cultivo que va acompañado de un incremento de la concentración de Ácido Abscísico (ABA) con detención del crecimiento vegetativo e incremento de reservas en los tubérculos (Vázquez y Torres 2006).

Densidad de plantación y edad fisiológica de la semilla: Con una alta cantidad de tallos por unidad de superficie, provocada por una alta densidad de plantación o por tubérculos semilla en un estado más avanzado de brotación (brotación múltiple), se logra cubrir el suelo por el follaje más rápidamente que con una baja densidad o semilla en estado de brotación apical. La competencia por luz entre tallos, a altas densidades, hace que la ramificación y aparición de hojas cese antes, y esto afecta en cierta medida el inicio de la tuberización, adelantándolo. Scheaffer *et al.*, (1987)

2.4 Fitotecnia del cultivo

2.4.1 Preparación de suelos

En nuestro país prevalece el sistema convencional de preparación de suelo para establecer el cultivo de la papa, es por ello que el periodo de tiempo oscilará entre 60 y 90 días, dependiendo del cultivo precedente. Por lo general se aplica un herbicida de acción total para las áreas que lo requieran según el estado de enyerbamiento. De ser necesario la labor de chapea se realizará previa evaluación y aprobación del grupo técnico de papa de la empresa, antes de realizar la labor de rotura. De efectuarse, se realizará previa a la aplicación de herbicida y después de realizada la misma, debe esperarse entre 10 y 20 días para esperar el rebrote de las malezas, hasta una altura entre 10 y 15 cm. (MINAGRI, 2016).

De acuerdo con López *et al.* (1995) el suelo debe quedar bien mullido en la zona de tuberización que generalmente se encuentra comprendida entre 4 y 22 cm. Ello indica que no interesa de modo especial, mullir la superficie, pero si profundizar hasta 30 cm en los suelos algo fuertes o arcillosos.

2.4.2 Plantación

De acuerdo con MINAGRI (2016) la distancia de plantación, entre surcos, será de 0.90 m (camellón) y la profundidad a 10 cm; estando determinada la distancia entre plantas (narigón) por el calibre de la semilla y por el destino (consumo o semilla), utilizando tres métodos de plantación: manual, semi-mecanizado y mecanizado. Antes de realizar la plantación, se hará un riego profundo o “mine” de 3 ó 4 días antes. Si este riego no fue uniforme, no se podrá plantar y se tendrá que repetir el mismo. No se pueden hacer plantaciones en seco. Se prohíbe terminantemente plantar papa-semilla en estado de latencia (ciega o dormida). La plantación se realizará de manera tal que evitemos el desfase entre las plantaciones de una misma área. Se plantarán, en las máquinas de pivote central, variedades que su ciclo vegetativo sean similares para evitar plagas que atenten contra sus potenciales productivos. Se plantarán primero, preferentemente, las variedades de ciclo largo y después las de ciclo corto, con el objetivo de que cada variedad logre cumplir su ciclo vegetativo y exprese su potencial productivo. La semilla se ubicará en el centro del cantero. Luego de realizada la plantación, se hará el retape, no más de cuatro horas después. El implemento tapador tiene que tener el número de órganos en relación con la plantadora, para impedir que se corran las hileras de semillas del centro de los canteros; al igual que tener la cadena para la conformación trapezoidal del cantero. La semilla tiene que quedar tapada inmediatamente después de ser plantada. Antes de realizar la plantación el campo tiene que estar correctamente fertilizado con la fórmula completa.

2.4.3 Número de tallos

Uno de los factores agronómicos más importante en la producción de papa está determinado fundamentalmente por el tamaño del tubérculo que se utilizará en la plantación y por el número de brotes que éste posea (Vander Zaag, 1987). Según Wiersema (1981) el número óptimo de tallos por planta, para obtener los mejores rendimientos, varía de una variedad a otra y este a su vez está determinado por el número de brotes plantados, no obstante, es muy importante la consistencia de estos, método de plantación y condiciones del terreno.

Según Méndez (2009) de forma tradicional la densidad de los cultivos se ha expresado por el número de plantas por unidad de áreas, el cultivo de la papa consta de dos

componentes: números de planta por unidad de área y números de tallos por plantas; el propio autor señala que la verdadera densidad del cultivo está dada por el resultado de la densidad de plantas, por su número de tallos y que este a su vez describe mejor la densidad.

La densidad de tallos, se refiere como tallos principales por metros cuadrados y crece directamente de un tubérculo madre, depende del lecho del tubérculo semilla y del método de siembra: Un daño leve en los brotes reduce el número de tallos, los laterales que se ramifican de los principales son generalmente poco productivos y no se consideran cuando se determina densidad de tallos. La cantidad de tallos por área es una vía para incrementar la cantidad de plantas en un área dada con menor uso de semillas (Rojas, 2003).

2.4.4 Cultivos y Aporques

Entre los 20-35 días de plantados los campos se le realizarán las labores de cultivos y aporques necesarios para lograr al final del cierre del campo esté libre de malezas, pudiéndose realizar los aporques mecanizados o con tracción animal, así como mantener las periferias y guardarrayas libres de malezas.

2.4.5 Riego

Es reconocida ampliamente la importancia del riego para el cultivo de la papa en las condiciones edafoclimáticas en que se desarrolla en Cuba, dado principalmente por realizarse en la época de seca donde las precipitaciones solo aportan el 20 % de la lluvia total del año y en muchas ocasiones de forma irregular, por lo que el productor nunca debe arriesgarse a realizar una plantación de papa si no dispone de un sistema de riego confiable y la cantidad de agua suficiente y con la calidad requerida.

Este cultivo es muy exigente al manejo cuidadoso del agua desde sus inicios en la fase de brotación (mine) y después con la máxima demanda de agua en la fase de tuberización-engrose del tubérculo, siempre que sea posible se deben utilizar las tecnologías de riego más avanzadas para poder garantizar dichas exigencias. Es importante que la humedad no descienda por debajo del 85 % del límite superior de agua disponible en el suelo y en caso de disponer de tensiómetros la tensión no debe ser menor de 30 kPa.

2.4.6 Fertilización

Se realizará de acuerdo a los criterios y principios del Servicio Agroquímico, Para ello se tendrán en cuenta los factores siguientes: contenido de nutrientes en el suelo, rendimientos planificados y tipo de suelo.

La fertilización inicial o del fondo se realiza con la formula completa 9-13-17 con las dosis recomendadas. Se efectuará por bandas antes de la plantación, previo al mine, de forma tal que el fertilizante quede localizado por debajo del tubérculo-semilla. La fertilización nitrogenada complementaria se realiza a base de urea (46-0-0), esta se puede realizar de dos formas: de forma edáfica, entre los 25-35 días de plantada, previa al cultivo y el riego y con el fertirriego, que es la más eficiente, fraccionando la dosis en 4 momentos.

Tabla 1. Dosificación de la fertilización nitrogenada a través del fertirriego.

Número del fertirriego	Días dp	% de la dosis a aplicar	Dosis aplicada (kg.ha⁻¹)	Aportes de N (kg.ha⁻¹)
1	25-30	15	33,5	15,4
2	35-40	35	78,2	36,0
3	45-50	35	78,3	36,0
4	50-60	15	33,5	15,4
Total		100	223,5	102,8

Con relación a los biofertilizantes y/o bioestimulantes los recomendados son: Fitomas-E, se aplica por aspersion al follaje de los cultivos a una dosis de 1 a 4 L ha⁻¹, pueden realizarse hasta tres aplicaciones durante el ciclo, se puede mezclar con herbicidas como el glifosato y 2,4 D (hormonales), así como con fungicidas. El QuitoMax se aplica por aspersion foliar en dos momentos, en el crecimiento y prefloración del cultivo, se realizan dos aplicaciones cada una de 50 ml de producto por hectárea, se realizan a los 30 y 50 días después de plantada. El Nitrofix, se puede aplicar directamente al suelo o a la

semilla, la aplicación a la semilla se puede realizar por imbibición o aspersión sobre la misma, se aplica asperjando directamente al suelo con el cultivo ya establecido en dosis de 40 L ha⁻¹ preparando una suspensión 1:5 (100 L diluido en 500 L de agua).

2.4.7 Protección fitosanitaria

Para el cultivo se establece una estrategia que contempla la utilización de plaguicidas químicos y biológicos, así como medidas agrotécnicas que complementan la protección fitosanitaria, la cual sistemáticamente incorpora nuevos plaguicidas que han mostrado probada eficacia sobre insectos plagas, enfermedades y malezas en el cultivo, así como mejoras en lo concerniente al costo-beneficio de la estrategia planteada. Los plaguicidas previstos en las estrategias así como otros que se decidan incorporar por el Sistema Estatal de Sanidad Vegetal, tienen que estar registrados en la Lista Oficial de Plaguicidas de la República de Cuba y se emplearán cumpliendo las indicaciones de la EPP, en correspondencia con los índices de la plaga en el caso de los insectos, o de forma preventiva, con presencia o cuando existan condiciones de clima favorables para la aparición y desarrollo en el caso de los agentes patógenos. Cada finca dispondrá de una libreta de Historial Fitosanitario actualizada, que contendrá la información básica de cada sistema o campo (variedad, número de certificados sembrados, fecha de siembra y fecha de brotación), la incidencia de plagas, las aplicaciones realizadas y la efectividad técnica lograda.

2.4.8 Cosecha y manipulación

En Cuba, la papa debe ser cosechada antes de que se seque el follaje, hay que cosechar con las hojas verde (10%), o de lo contrario se originan pudriciones en el campo que hacen disminuir los rendimientos y conducen a pudriciones posteriores en su conservación. Estas, se producen por un acelerado despoblamiento de los almidones en azúcares y por las altas temperaturas del suelo.

2.5 Formación del rendimiento

El rendimiento del cultivo de papa es función de la tasa de crecimiento de los tubérculos (kg. ha⁻¹ día⁻¹) y de la duración del período de crecimiento de los tubérculos. La tasa de crecimiento de los tubérculos depende de la TAN durante la 2da y 3ra etapas del cultivo. Si no existen limitantes de agua y nutrientes o factores reductores como enfermedades o

plagas, la TAN depende de la radiación interceptada por el follaje del cultivo, la temperatura y la concentración de CO₂. La cantidad de radiación interceptada depende de la radiación incidente y del grado de cobertura del suelo por el cultivo o IAF. Por lo tanto, mientras mayor sea el IAF, la tasa de crecimiento potencial de los tubérculos será también mayor, hasta un límite en el cual se puede crear un autosombreo que hace que cierta cantidad de hojas o partes de ellas se transformen en parásitas y entonces dejan de ser productivas y se convierten en sumidero de los asimilatos, por lo que compiten con los tubérculos (Pride y Ferrel, 1997). Según Beukema *et al.* (1990) la cantidad de follaje formado por el cultivo no solo afecta la tasa de crecimiento de los tubérculos, sino que también tiene efecto en la duración del período de crecimiento de éstos. El fin del ciclo de crecimiento de los tubérculos está marcado por la senescencia del follaje. En la medida que exista un período más largo de ramificación, aparición de hojas nuevas y expansión del follaje, se puede alcanzar un IAF más alto y se retrasa en el tiempo la senescencia del follaje, alargando así el ciclo del cultivo. Las condiciones del ambiente y del manejo (fotoperíodo, temperatura, disponibilidad de nutrientes) que atrasen el inicio de la tuberización, favorecen una mayor producción de follaje, alargan el ciclo del cultivo y aumentan el potencial de rendimiento.

2.6 Caracterización del cultivar Royal

La forma del tubérculo es oval-oblongo, el color de la piel es amarillo y el color de la carne amarillo claro; la profundidad de las yemas es superficial y la madurez – dormancia medio – tardía; es muy resistente a *Alternaria solani*; *P. infestans* y a la sarna común, el porcentaje de materia seca es alto, se comporta alrededor del 19%, lo cual la hace propicia para la elaboración de chips; en estos momentos se encuentra en fase de prueba a nivel nacional para que sustituya al cultivar santana.

3. Materiales y métodos

La investigación se realizó en la UEB “El Pirey” perteneciente a la Empresa Agropecuaria Valle del Yabú, durante la campaña 2016-2017, sobre un suelo pardo mullido medianamente lavado, según la nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba (Hernández et al., 1999).

La preparación de suelos se desarrolló con la tecnología convencional, familia de implementos del disco; la rotura se efectuó el 25 de septiembre a una profundidad de 25 cm, a continuación se practicó un subsoleo a 40cm de profundidad y posteriormente dos cruces realizados el 14 de noviembre y el 7 de diciembre respectivamente, para el mullido del suelo se empleó primeramente un tiller con el fin de extraer restos de Don Carlos (*Sorghum halepense*) arvense predominante en el área y a continuación una grada de 1500kg. El surque y la fertilización se realizó a la vez a una profundidad de 25cm y se empleó el fertilizante de fórmula completa (9-13-17) a una dosis de 1.5t ha⁻¹.

El experimento se desarrolló en el cuadrante IV del campo 41 de esta UEB y recibió la aplicación del mismo paquete tecnológico que el resto del cultivo, o sea, herbicidas selectivos pre y postemergentes, dos labores fitotécnicas para el manejo de arvenses, una fertilización nitrogenada con urea (46-0-0) el 25 de enero, tres aplicaciones de bioplaguicidas (*Beauveria bassiana* y *Bacillus Thuringiensis*), los días 4, 16 y 20 de enero respectivamente y a partir de esta fecha y hasta el 22 de marzo de 2017 las aplicaciones de fungicidas, insecticidas y acaricidas aprobadas por el MINAG para la actual campaña de papa en Cuba.

El diseño experimental seleccionado fue un bloque al azar con cinco tratamientos y tres réplicas. Se emplearon tubérculos-semilla calibre II mediano (60-80 g) de la variedad Royal. La plantación se efectuó el 19 de diciembre de 2016 y la cosecha se realizó el día 27 de marzo del 2017. El marco de plantación utilizado fue de 0.90 x 0.30 m.

Antes de la plantación (12 al 14 de diciembre) se efectuó un riego, (mini) con una norma neta de 122.8mm. Después de la plantación se aplicaron dos riegos; el primero el 20 de diciembre con una norma neta de 122.8mm y el 4 de enero con norma neta de 40.93mm.

En el mes de diciembre solo precipitaron 2.5mm de lluvia (figura 4) de ahí la necesidad del riego para garantizar la humedad adecuada para la plantación y brotación del cultivo.

El riego se efectuó con la máquina de pivote central de 239 mm de longitud; con una presión del sistema de 2.0bar y un flujo total del sistema de 1407.0 litros por minuto y 23.45 litros por segundo.

3.1 Variables evaluadas

Se seleccionaron las plantas con uno, dos, tres, cuatro y cinco tallos respectivamente después de efectuada la brotación; lo cual ocurrió en un 80% del campo a partir del día 5 de enero de 2017

3.1.1 Peso fresco (PF) y peso seco (PS) de tallos, hojas y tubérculos

Se tomó 1 planta por número de tallos respectivamente; a los 49, 62 días a partir de la fecha de plantación y se determinó el peso fresco de cada órgano (de raíz, tallos, hojas y tubérculos) por planta. Para determinar peso seco se utilizó una estufa (Sakura) a 70 °C durante 72 h hasta peso constante y se calculó mediante la fórmula % de Masa Seca $\frac{ms}{mf} \times 100$. Para el peso seco (PS) y Peso fresco (PF) se empleó una balanza analítica marca Overlabor de procedencia alemana con precisión de 0,1 mg; los datos se expresaron en gramos.

3.1.2 Área foliar por plantas (AF)

Se pesaron todos los limbos de los folíolos libres de pecíolo, de cada planta y se extrajeron 50 discos de diámetro 1,1 cm. que también se pesaron y se calculó el área

foliar mediante la fórmula $AF = \frac{ad \times ph}{pd}$

Donde:

Ad es el área de los todos los discos extraídos

Ph es el peso fresco de los limbos foliares de la planta

Pd es el peso fresco de todos los discos

AF el área foliar de la planta

3.1.3 Índice del área foliar (IAF)

Se determinó con la utilización de la siguiente fórmula: $\frac{Af}{Av}$

Donde

AF= área foliar de la planta

AV = área vital de la planta

3.2 Determinación de índices de crecimiento

3.2.1 Tasa de asimilación neta (TAN)

La cantidad de sustancia acumulada en tejidos y órganos por cada unidad de área foliar y de tiempo es lo que denominamos tasa de asimilación neta (TAN) y representa un índice de eficiencia de las plantas, determinada fundamentalmente por el balance entre la fotosíntesis y la respiración; para el cálculo de este índice se empleó la fórmula:

$$TAN = 2 (P_2 - P_1) / (A_2 + A_1) (t_2 - t_1)$$

Donde

P₂ es el peso seco total de la planta en la segunda evaluación

P₁ es el peso seco total de la planta en la primera evaluación

A₂ es el área foliar en la segunda evaluación

A₁ es el área foliar en la primera evaluación.

T₂ y T₁ son las edades a las que se realizaron las evaluaciones, final e inicial, respectivamente. El peso seco total es igual a la suma de los pesos secos de hojas, tallos y tubérculos en el momento de cada evaluación.

3.2.2 Tasa Relativa de Crecimiento (TCR)

Mediante este índice se expresa el incremento de peso por unidad de peso presente y por unidad de tiempo, expresa cuanto se crece por cada unidad de peso total de la planta. Este índice permite una comparación más efectiva entre plantas que difieren en su tamaño.

Esta variable fue calculada mediante la fórmula propuesta por Hunt (1982) citado por

Mora et al., (2006).

$$TCR = 2(P_2 - P_1) / (P_2 + P_1) (t_2 - t_1)$$

3.2.3 Razón del área foliar (RAF)

Representa la proporción de área de la hojas que tiene una planta por cada unidad de peso seco presente en un momento dado; se calculó por la fórmula $RAF = \frac{1}{2} (A_1/P_1 + A_2/P_2)$

3.3 Rendimientos y sus componentes

Se tomaron 20 plantas por número de tallos, excepto con las plantas de cinco tallos que solo pudieron tomarse 5 de ellas; 85 en total a las que se le realizó el conteo del número de tubérculos y peso total de tubérculos por planta y se estimó el rendimiento potencial por hectárea. Además se determinó el porcentaje de masa seca de los tubérculos mediante la fórmula: $Masa\ seca\ \% = (Masa\ seca\ muestra. 100) / PF\ muestra$, propuesta por Torres (1980)

3.4 Estadística

Los datos se analizaron a través del Statgraphics Plus 5.1 (2000) y se realizó un análisis de varianza cuando los datos cumplían los supuestos de homogeneidad de varianza y se utilizó la prueba de Duncan para evaluar las diferencias estadísticas entre las medias y cuando no existió homogeneidad de varianza se utilizó la prueba de Kruskal-wallis.

4 Resultados y discusión

4.1 Peso seco de tallos, hojas y tubérculos en formación

A los 49 y 72 días de plantada en la medida que las plantas tenían mayor número de tallos acumulaban la mayor cantidad de materia seca, debido a que presentaban una mayor área foliar (figuras 1 y 2); el aumento en masa seca es proporcional al número de tallos, que conjuntamente con las hojas suman más materia seca, esto se debe a un balance positivo entre la cantidad de sustancias producidas por la fotosíntesis y el gasto efectuado por respiración y fotorrespiración. Las variaciones de temperaturas diurnas y nocturnas como promedio en 10⁰C favorecieron la acumulación de materia seca en los distintos órganos (figura 3), sobre todo en los tubérculos en formación; el cultivar Royal tiene el potencial de poder acumular hasta el 19% de masa seca en los tubérculos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cabrera (2009), Portela *et al.* (2010) Linares (2012)

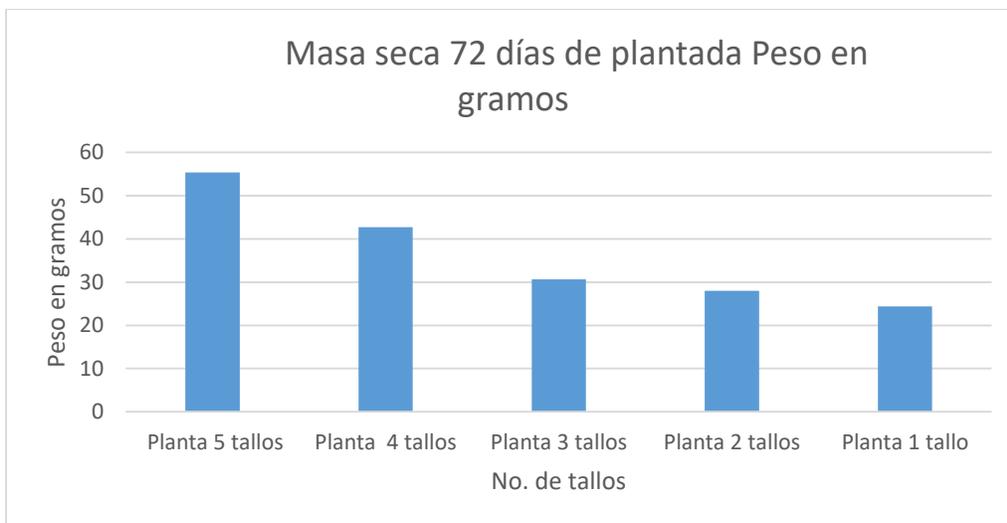


Figura 1. Efecto del número de tallos en la acumulación de masa seca en los tubérculos en formación

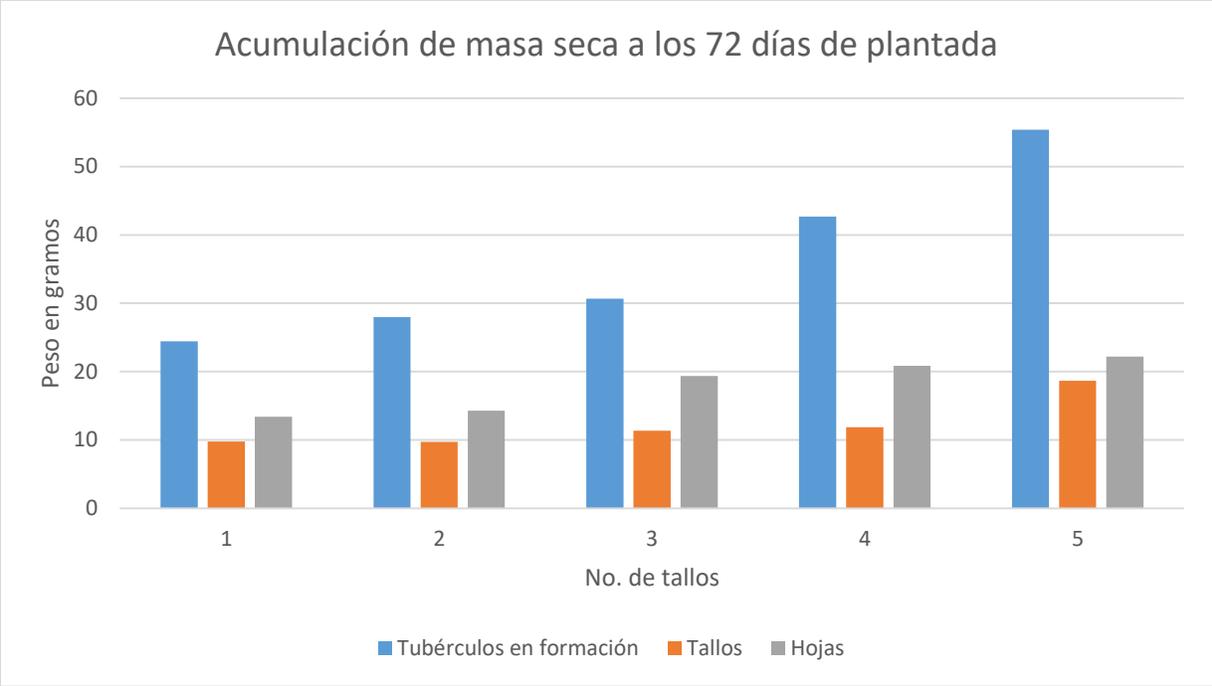


Figura 2 Efecto del número de tallos en la acumulación de masa seca en tubérculos en formación, tallos y hojas a los 72 días de plantada

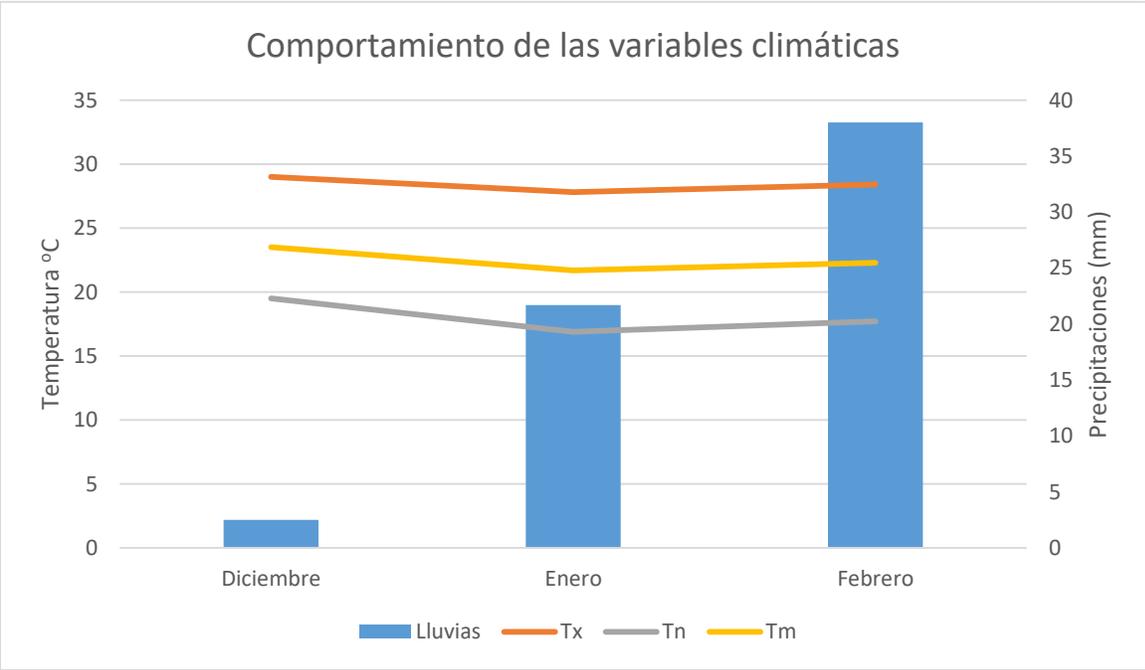


Figura 3 Incidencias de las temperaturas y precipitaciones hasta los 72 días de plantada

Debido al insuficiente tiempo que estuvo la semilla en el pilón las plantas de cinco y cuatro tallos representaron menos del 10% de los campos 41 y 42 del Pirey donde se estableció este cultivar. El promedio de tallos por plantón fue de 2 para los cuatro cuadrantes. No obstante, el cultivar Royal se caracteriza por emitir entre 7 y 8 nudos (figura 4) y por ramificar abundantemente en la base del tallo inferior e inmediatamente superior a la superficie del suelo en los primeros 30 días después de la brotación lo cual contribuye a acumular materia seca a pesar de no tener gran cantidad de tallos como sucedió en el manejo de este cultivar, o sea, como puede apreciarse no existen diferencias significativas en cuanto a la acumulación de materia seca entre las plantas de 2 y 3 tallos respectivamente por esta causa.



Figura 4. Tallos laterales y ramificaciones en el cultivar Royal (49 días de plantada)

4.1.2 Área foliar

A los 49 días de plantado el cultivo, los valores promedios del área foliar se encontraban entre los 0.25 y 0.61m², en orden ascendente desde uno hasta cinco tallos por planta (figura 5). El área foliar se incrementa área foliar hasta los 70 días, alcanzando en los plantones de cinco tallos un área foliar de 0.86 m² hasta alcanzar 0.6 m² en los plantones de un solo tallo; el desarrollo del área foliar se vio favorecido además por la aplicación de QuitoMax (bioproducto a base de polímeros de quitosano) a una dosis 150 mg ha⁻¹; a

partir de esta etapa se apreció un progresivo deterioro del follaje hasta el momento de la cosecha, esto se debe a que las plantas están en plena tuberización y por ende los nutrientes y asimilatos de toda la planta comienzan a ser empleados en función de la reserva en los tubérculos, los cuales han alcanzado casi su máximo tamaño pero aún con poca acumulación de materia seca. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Vázquez y Torres (2006) Cabrera (2009), Portela *et al.* (2010) Linares (2012).

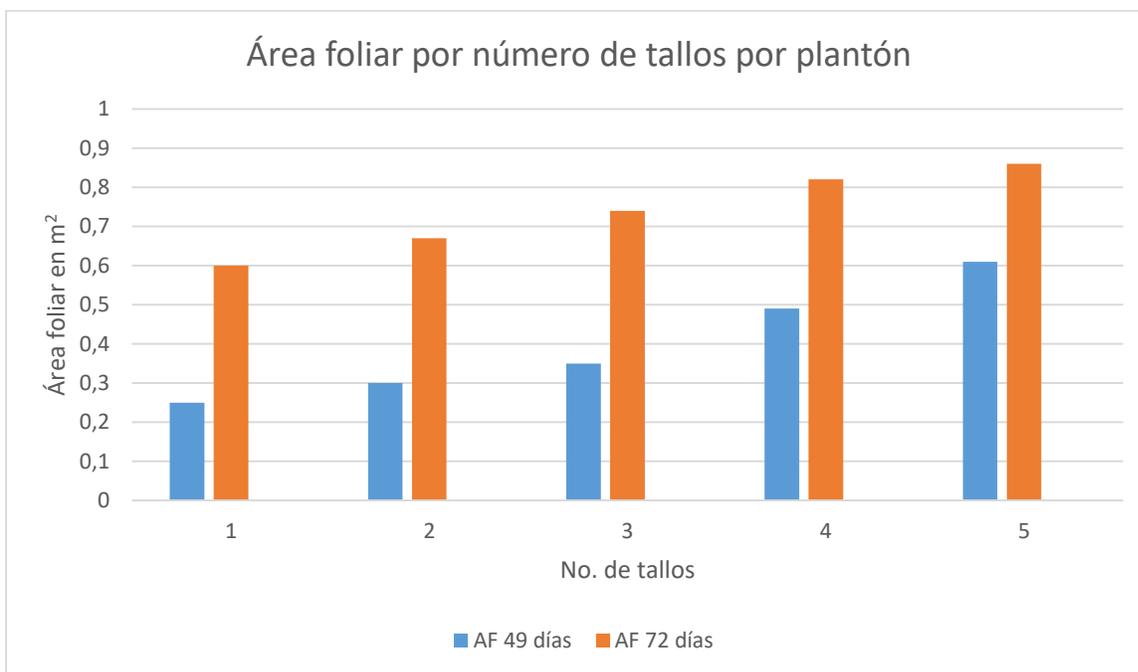


Figura 5. Área foliar por número de tallos por plantón a los 49 y 72 días de plantada

4.1.3 Índice área foliar (IAF)

Con relación al índice de áreas foliar una vez más se demuestra la importancia del número de tallos para asegurar buenos rendimiento tanto biológico como agrícola, el IAF de las plantas de 5 tallos a los 49 días de plantada es prácticamente idéntico que el alcanzado por las plantas de uno y dos tallos pero a los 72 días de plantada. O sea, el IAF se incrementa con el número de tallos como mismo sucede con la acumulación de masa seca, estos resultados se corresponden con los mayores rendimientos agrícola. (Figura 6).

Las plantas con cuatro y cinco tallos, las de mayor IAF, se corresponden con los mayores rendimientos obtenidos, en este caso al ser el marco de plantación utilizado para este cultivar de 0.90 x 0.30 las plantas no se vieron tan afectadas por el autosombreo, teniendo en cuenta que tenían un espacio vital de 0.27m² y teniendo en cuenta que las plantas cultivadas pueden desarrollar de 4 a 5 veces el área foliar por espacio vital óptimo.

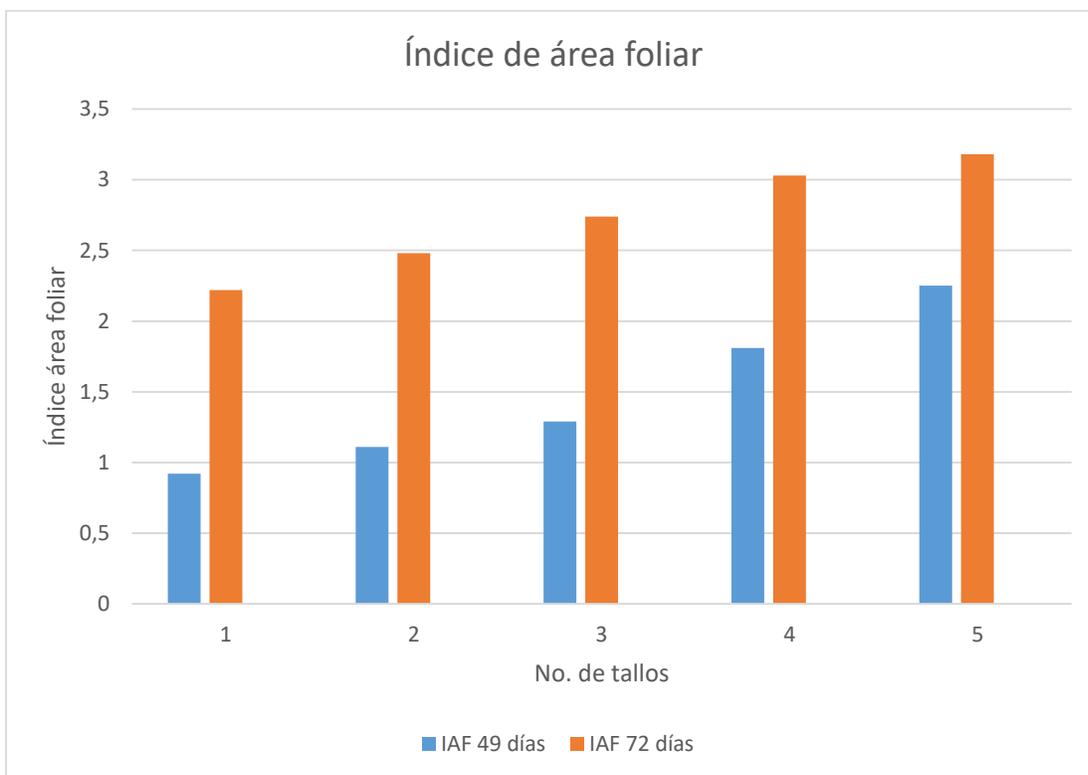


Figura 6 Índice de área foliar a los 49 y 72 días de acuerdo al número de tallos por plantón

4.2 Índices de crecimiento

4.2.1. TAN

La TAN descendió con el incremento del número de tallos por planta (Figura 7), lo que fue provocado por el exceso de follaje con el aumento del área foliar por unidad de área. La tasa de asimilación neta (TAN) es un estimado de la fotosíntesis neta (CO₂ fijado en

la fotosíntesis menos la pérdida ocasionada por respiración y fotorrespiración (Vázquez y Torres, 2006).

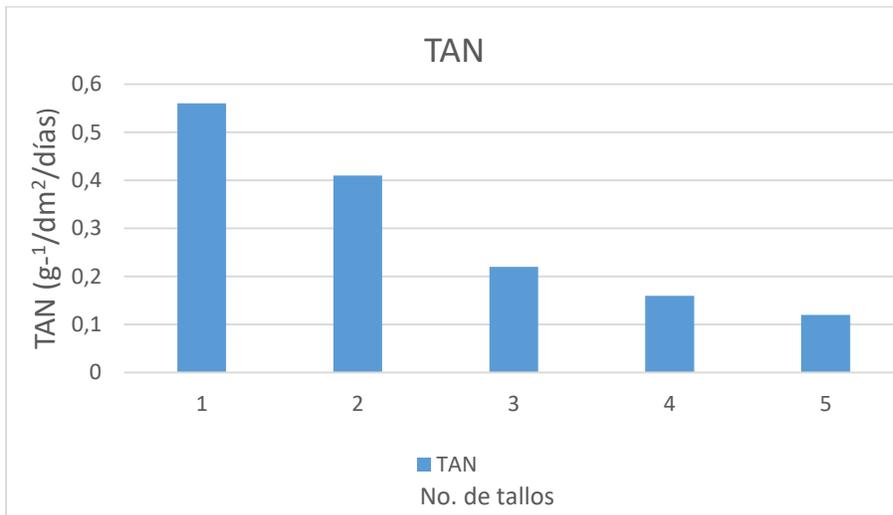


Figura 7 Tasa de asimilación neta por número de tallos entre los 49 y 72 días de plantada.

4.2.2. TCR

La tasa de crecimiento relativo (TCR) disminuyó con el incremento del número tallos por planta (Figura 7). Cabrera et al (2009) reportó similar tendencia en la reducción de TCR para la variedad Cal White. Este índice expresa el incremento de peso por unidad de peso presente en el tiempo, en fin, expresa cuanto se crece por unidad de peso total de la planta (Vázquez y Torres, 2006).

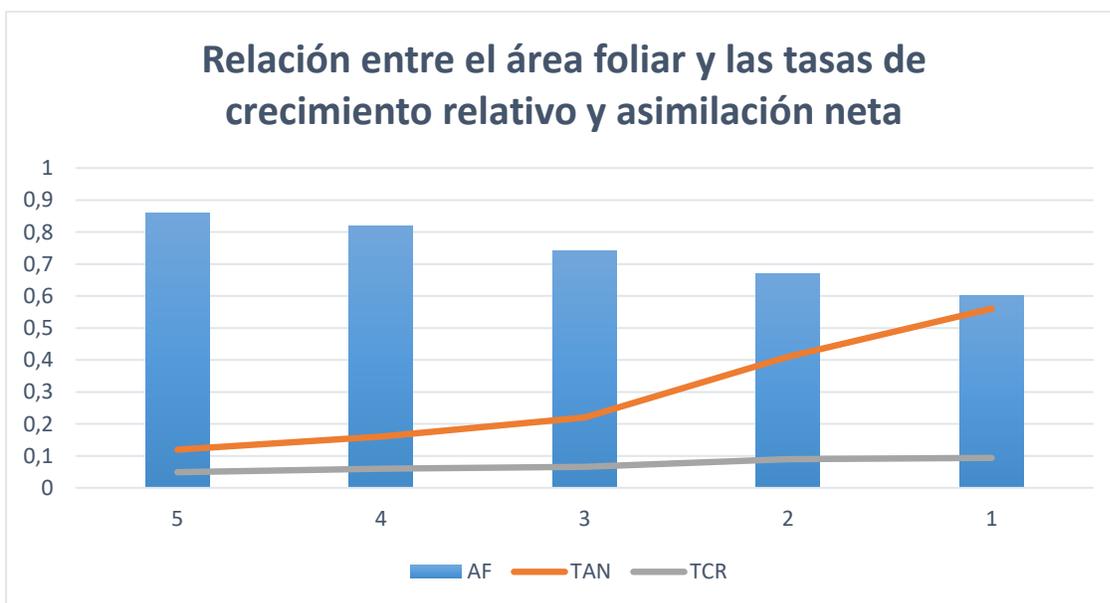


Figura 8 Influencia del número de tallos sobre el área foliar (AF), tasa de crecimiento relativa (TCR) y la tasa de asimilación neta (TAN).

4.2.3 RAF

La razón de área foliar (RAF) aumentó conjuntamente con el número de tallos (Figura 9). A mayor cantidad de tallos por plantón el área foliar de la planta aumenta propiciado que los folíolos del porte bajo de la planta no quedan expuestos totalmente a la radiación solar y por ello no desempeñan su plena capacidad fotosintética. Al evaluar conjuntamente toda la superficie foliar de la planta, incluyendo las hojas superficiales y aquellas que no reciben suficiente luz, y por ende no producen eficientemente, pero si consumen asimilatos de la planta, se observa que se requiere mayor área de hojas para producir una unidad de masa. La razón de área foliar expresa la eficiencia productiva de las hojas presentes en la planta, es el área de la superficie de las hojas que se necesita para producir un gramo de materia seca.

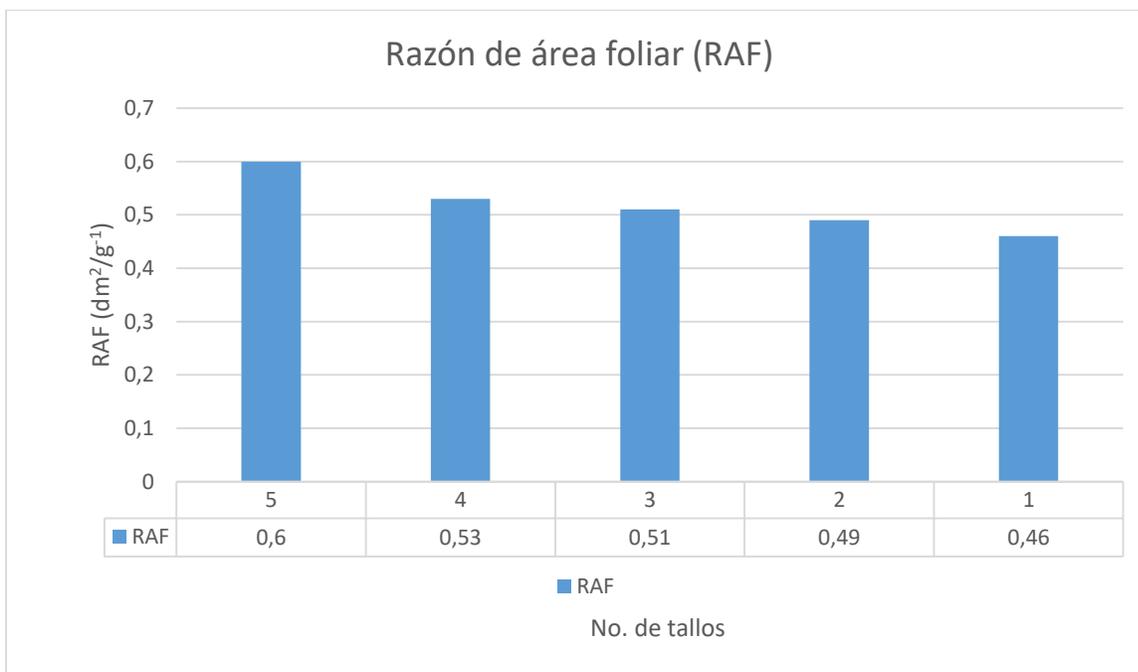


Figura 9. Influencia del número de tallos en la razón de área foliar

4.3. Rendimiento del cultivar Royal

4.3.1. Número de tubérculos por planta

A medida que se incrementa el número de tallos, aumenta el número de tubérculos por planta (Figura 10); Cabrera et al. (2009) obtuvo resultados similares con la variedad Cal White. En el caso de los plantones con uno y dos tallos el número de tubérculos por planta fue tan elevado (5 y 9 respectivamente) debido a que el cultivar royal presenta tallos laterales que se ramifican debajo de la superficie del suelo, cerca del tubérculo-semilla, llegando a formar raíces, estolones y tubérculos como lo hacen los tallos principales, lo cual elevó el número de tubérculos por planta a pesar de que el número de tallos principales como promedio en el cuadrante IV fue de 1.75 tallos principales por plantón. De acuerdo con López, (2016) estos tallos forman su propio sistema radicular y pueden ser tan productivos como los principales.

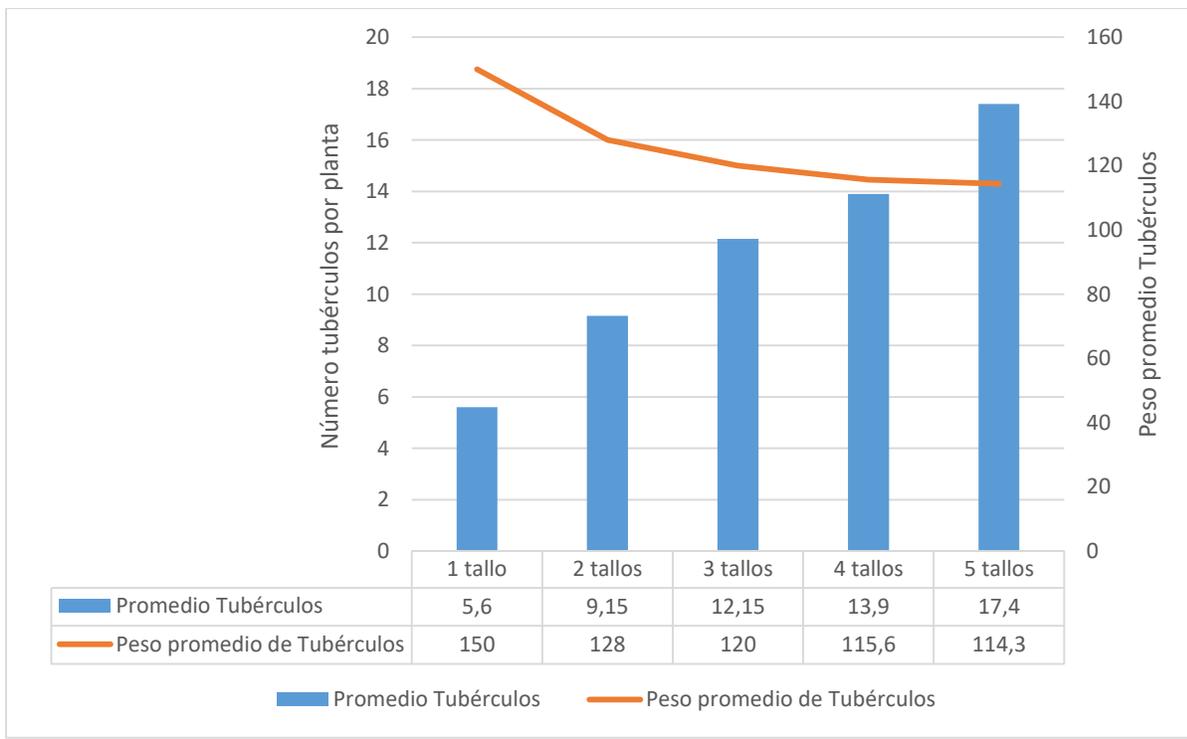


Figura 10 Efecto del número de tallos sobre el número de tubérculos y el peso promedio de los tubérculos

Tabla 2. Número de tubérculos por plantas según tratamiento

Tratamientos	Número de tubérculos por plantas	
	Medias reales	Medias de rango
1	5,6	11,62d
2	9,15	34,82c
3	12,15	52,97b
4	13,9	63,8 b
5	17,4	78,1a

(a, b, c, d) medias de rango con letras no comunes en una misma fila difieren por kruskal wallis a $p \leq 0,05$

El tratamiento que mayor número de tubérculos por planta fue el 5 con diferencia significativa con los demás tratamientos, los tratamientos 3 y 4 no difieren entre ellos, pero sí con el 1 y el 2. Esto nos demuestra una vez más la importancia del manejo de la semilla en el pilón para garantizar una brotación uniforme con un promedio de tres a cuatro tallos por plantón, en las condiciones de campo el promedio de tallos por plantón fue de 1,75; si se hubiese logrado al menos tres tallos por plantón con la misma densidad poblacional se alcanzarían 33,3% más de producción por planta, repercutiendo directamente en el rendimiento agrícola.

4.3.2 Peso de tubérculos por planta

Si bien es cierto que a medida que se incrementó el número de tallos se incrementa el número de tubérculos por planta, pero a la vez disminuyó el peso promedio de estos (Figura 11); o sea, mayor cantidad de tubérculos, con menor peso, aunque con un peso adecuado dentro de los parámetros comerciales.

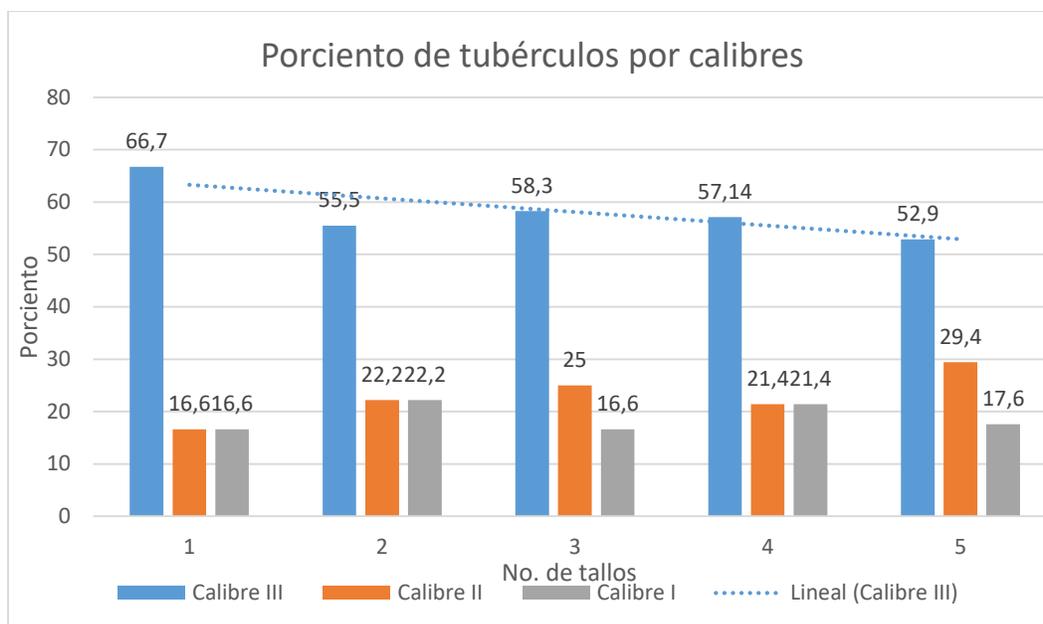


Figura 11 Efecto del número de tallos en el porcentaje de tubérculos por calibres

Debido a la competencia intraespecífica, los tubérculos producidos con alta densidad de tallos fueron de menor tamaño y en consecuencia de menor peso que los producidos con baja densidad de ellos. En las plantas de un solo tallo se necesitó de 0.46dm^2 para producir un gramo de materia seca mientras que las plantas de cinco tallos para producir la misma cantidad debían invertir 0.6dm^2 , o sea, 0.14 dm^2 más.

En el porcentaje de masa seca de los tubérculos no hubo diferencias significativas entre el número de tallos, el comportamiento fue entre 16.9 y 17.9 %. El cultivar royal tiene un potencial de masa seca comercial en las condiciones de Europa de 19%.

Tabla 3. Peso de tubérculos por plantas según tratamiento

Tratamientos	Peso de tubérculos por planta (kg)
1	0,84c
2	1,17bc
3	1,46ab
4	1,60a
5	1,99a
EE x	0,83

(a, b, c) medias de rango con letras no comunes en una misma fila difieren por Bonferroni a $p \leq 0,05$

Los tratamientos que mayor peso de los tubérculos por planta presentaron fue el 3, 4 y 5 sin diferencias significativas entre ellos y a la vez difieren de los tratamientos 1 y 2, lo cual confirma que el número de tallos influye de forma decreciente en el peso de los tubérculos por planta.

4.3.3. Estimado de rendimiento de acuerdo al número de tallos por plantón

De acuerdo con López, (2016), en el cultivo de la papa la densidad poblacional no puede evaluarse solo como la cantidad de plantas por unidad de área, sino que cada planta que proviene de un tubérculo consiste en un conjunto de tallos, cada uno de los cuales forma raíces, estolones y tubérculos. Además, cada tallo crece y se comporta como si fuese una planta individual. Por lo tanto, la verdadera densidad del cultivo de papa es el resultado de la densidad de plantas multiplicado por el número de tallos por planta. La densidad de un cultivo de papa consta de dos componentes: el primero es el número de plantas por metro lineal (densidad de plantas) y el segundo componente es el número de tallos por planta. De esta manera la verdadera densidad del cultivo denominada «densidad de tallos» es el resultado de la densidad de plantas por su número de tallos.

Teniendo en cuenta el número de tallos, de tubérculos por planta y el peso promedio de los tubérculos por planta se procedió a realizar los estimados de rendimiento. Se muestrearon 6 metros lineales en cada uno de los tratamientos, de acuerdo al marco de plantación establecido 0.90m x 0.30m, el espacio vital por planta es de 0.27m², por tanto se muestrearon 5.4m² para cada tratamiento. Es importante destacar que solo se alcanzó el 80% de la densidad poblacional potencial en el área, o sea, 29 629 plantas por hectárea.

Los rendimientos alcanzados (t ha⁻¹) se muestran en la tabla # 4.

Tabla 4. Rendimiento agrícola potencial según tratamientos

Número de tallos por plantón	Productividad por planta. (Kg)	Rendimiento potencial (t ha ⁻¹)
1	0,84	24,8c
2	1,17	34,6bc
3	1,46	43ab
4	1,60	47a
5	1,99	58a
EEx		2,6

(a, b, c) medias de rango con letras no comunes en una misma fila difieren por Bonferroni a $p \leq 0,05$

En las condiciones de producción el promedio de tallos por planta fue de 1.6 tallos por plantón. Por tanto, el estimado de rendimiento de acuerdo a la densidad poblacional lograda fue de 27.5 t ha⁻¹, lo que se corresponde con lo logrado en la cosecha.

Conclusiones

1. El aumento del número de tallos es proporcional a la acumulación de materia seca en los tubérculos en formación, tallos y hojas y al desarrollo del área foliar, al índice de área foliar y a la razón de área foliar.
2. El aumento del número de tallos reduce TAN y TCR; pero la producción de masa seca por planta se incrementa.
3. En la medida que se incrementa el número de tallos, aumenta la cantidad de tubérculos por planta y disminuye el peso promedio por tubérculos.
4. El cultivar Royal es capaz de emitir tallos laterales que ramifican debajo de la superficie del suelo siendo tan productivos como los tallos principales.

Recomendaciones

1. Investigar el efecto del aporque antes de la brotación sobre la formación de nudos en el interior del suelo y la emisión de estolones y tubérculos en el cultivar Royal.
2. Investigar el efecto del manejo adecuado del pilón sobre el gelado del tubérculo de semilla, el número de tallos y sus efectos en el crecimiento y rendimiento del cultivo.

Bibliografía

- Abreu Cruz, E. González Oramas, G. Liriano González, R. (2017). Revista Centro Agrícola. Volumen 44 - 2017 No.1 ene-mar 2017 Respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) a la combinación del fertilizante ecológico HerbaGreen con fertilizante químico.
- Agramonte, D., Jiménez, F., Pérez, M., Leiva, M., González, M., León, M., Veitía, N. (2010). Estrategia y perspectivas del programa de producción de semilla biotecnológica de Papa (*Solanum tuberosum*) en Cuba. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Aldabe, L. y Dogliotti, S. (2016): Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). [en línea]. 2016. [Consultado: 2 de marzo de 2017]. Disponible en: [http://www.fagro.edu.uy/~horticultura/CURSO HORTICULTURA/PAPA/Manejo cultivo Papa.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~horticultura/CURSO_HORTICULTURA/PAPA/Manejo cultivo Papa.pdf) .
- Aldabe, L., Aldabe, R. (1976): El Cultivo de la Papa en el Uruguay. Diafi. Edit. Jurídica. Lima 251 pp.
- Beukema, H. P. and Vander Zaag D.E. (1990). Introduction to the Potato Production. Wageningen: Pudoc.III.
- Cabrera, M.J. (2009): Efecto del número de tallos por plantón sobre el crecimiento y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Cal White. Tesis aspirante a Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara.
- Campos, M., Yanovsky, J. Lapegna, V., Perea, H. (2003): De los Incas a la era espacial: Impacto integrador de la liofilización de la papa. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Argentina. 70 pp.
- Deroncelé, R. (2000) Guía técnica para la producción de papa en Cuba. La Habana: Editorial Liliana. 2000. 42 pp. ISBN 959-711-05-05.
- Estévez, Ana. (2005): La papa. Importancia y situación mundial en: El cultivo de la papa en Cuba. Cap I p 1 -2 Ediciones INCA. 254 pp.
- FAO. La Papa tesoro enterrado ¿Por qué la papa? Año Internacional de la Papa. [en línea]. Roma: FAO. 2008. [Consultado: febrero 2017]. Disponible en: <http://www.potato.2008.org>
- Funes, A.F. (2007). Agroecología, Agricultura Orgánica y Sostenibilidad. ACTAF. Revista Agroecológica Ed. Liliana. 22 pp.
- Hans, M. G., Schipper, E., Schipper, J.K. (2007): Netherlands catalogue of potato varieties. Niva, Den Haag.CPRO, Wageningen 2654 pp.
- Harris, P. (1992): The Potato Crop: The scientific basis for improvement. Edited by Paul Harris. Chapman and Hall. London. New York. 2nd Edit. 193 pp.
- Haverkort, A. J. y Verhager, A. (2008): Climate change and its repercussions for the potato supply Chain. Potato Research, 2008, vol. 51, pp. 223-227. ISSN 1871-4528.
- Hernández, A., M. Morales., M. Ascanio y F. Morell (1999): Nueva Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos, La Habana, 64 pp.

- Inostroza, J. Mendel., P. Sotomayor., L. (2009): Calidad de la papa semilla, estado fisiológico del tubérculo y técnica de prebrotación. Manual de papa en la Aruacania, centro regional Carillanca 15 -26 pp.
- Kooman, P. L., Haverkort, A. J. (1994): Modelling development and growth of the potato crop influenced by temperature and daylength: LINTUL-POTATO. En: A.J. Haverkort y D.K.L. MacKerron (Eds.) Potato Ecology and modeling of crops under conditions limiting growth, Kluwer Academic Publishers, p. 379 pp.
- Krauss, A y Marschner, H. (1982): Influence of nitrogen nutrition of, day length, and temperature of contents of gibberellin and abscisic acid and tuberization in potato plants. Potato research (wageningen) 13 -25 pp.
- Kueneman, E. (2009): Nueva Luz sobre un tesoro enterrado Roma. Año internacional de la papa 2008. FAO. Organización de las Naciones
- León, M., Agramonte, D., Jiménez, F. A. (2010): Conservación y rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) producidos en casas de cultivo con Zeolita. Tesis de Maestría en Agricultura Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
- Linares, C. M. (2012): Influencia del número de tallos en el crecimiento y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedades Atlas y Romano. Tesis aspirante a Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara.
- López Fleites, R. (2017). El cultivo de la papa. Conferencia impartida en la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara.
- López, M.; Vázquez, E. y López, R. (1995): Raíces y tubérculos. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. 312 pp.
- Loyola, L. N., Oyarce, E. y Acuña, C. (2010): Evaluación del contenido de almidón en papa. (*Solanum tuberosum* L. *tuberosum* CV Desicrée), producidas de forma orgánica y convencional en la provincia de Curico, Región del Maule. IDESIA (Chile), (2) Mayo - Agosto. 41-52 P
- Martín, R.; Jerez, E.; de la Rosa, Yenisel y Gerrero, A. (2010): Formación del rendimiento en papa (*Solanum tuberosum* L.) y su estimación a partir de diferentes variables. En: Congreso Científico del INCA (17: 2010, nov 22-26, La Habana). Memorias. [CD-ROM] La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 2010. ISBN 978-959-7023-48-7.
- Méndez, P. (2009): Plantación de papa y efecto de tallo en la producción. Manual de papa en la Aruacania, centro regional carillanca 18 -27 pp.
- MINAG. (2016): Instructivo técnico del cultivo de la papa en Cuba. 34 pp.
- Montes de Oca, M. F. (2005): Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. PNTR-INIAP Proyecto Fortipapa, 40 pp. Ecuador.
- Mora, R. *et al.* (2006): Índices de eficiencia de genotipos de papa establecidos en condiciones de secano. Revista Chapingo. Serie horticultura.12: 85-94.
- Olteanu, Gh.; Bujuc, M.; Puic, I. y Aldea, C. (2010): New aspects of climatic changes in Central area of Romania. Potato Research, 2010, vol. 53, pp. 393-419. ISSN 1871-4528.

- Portela, Y, D. (2010): Determinación de índices fisiológicos del crecimiento en variedades de papa (*Solanum Tuberosum* L.) obtenidas por métodos biotecnológicos. Tesis aspirante a Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara.
- Pride, W. y Ferrel, O.C. (1997): Marketing. Conceptos y Estrategias. Novena edición., edit. Mc. Grau-Hill Interamericana S.A. México. p. 594.
- Pumisacho, M. (2002): Poscosecha. El cultivo de la papa En Ecuador. Pumisacho, M. y Sherwood, S. (Eds). INIAP-CIP 85 pp.
- Rojas, J. (2003): Antecedentes sobre densidades de plantación y uso de tubérculos semilla partido en el cultivo de la papa. Seminario avance de la investigación en el cultivo de la papa en el sur de Chile INIA. Manual de papa en la Aruauca, centro regional carillanca 78 pp.
- Santos, J. Kalaszish, J., Sierra, C. (2001): Cultivos industriales, papa. In: Sociedad Química y Minera de Chile S.A. Agenda del salitre. Undécima edición. 698 p.
- Silvestre, A. S. (1994): Siembra de Tres Tamaños de Tubérculos Semilla de Papa con Diferentes de Brotes. Tesis Ing. Agr., Univ. Nac. Agr. La Molina. Lima, 79 pp.
- Sotomayor, L., Inostroza, j., Mendel, P. (2009): Botánica y morfología de la papa. Manual de papa en la Aruauca, centro regional carillanca 7 -12 pp.
- Tabares Patiño, Edison David; Jaramillo Villegas, Sonia; González Santamaría, Luis Hernán. (2009) Respuesta de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Diacol Capiro a la fertilización en un andisol del oriente antioqueño, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, vol. 62, núm. 2, 2009, pp. 5099-5110. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia
- Torres, W. (1980): Relación entre el porcentaje de almidón y el porcentaje de materia secamasa seca en tubérculos de papa var. Desireé. Cultivos Tropicales, 2: 135-145.
- UNA (2008): Annual Progress Report. Period 1 January to December 2008. Sida SAREC. Sweden.
- Vander Zaag, D. E. (1987): La papa de siembra, fuente de suministro y forma de utilizarla. Instituto Holadés de consulta sobre la papata. La Haya. Holanda 71 pp.
- Vázquez Becalli, Edith., Torres García, S. (2006): Fisiología Vegetal II. Editorial Félix Varela. Tercera edición. Ciudad de la Habana. p. 51 pp 349.
- Weldt, M. (1996). Evaluación de calidad culinaria y organoléptica de variedades y líneas de papa (*Solanum tuberosum* L. *Ssp Tuberosum Hawkes*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, p. 123.
- Wiersermma, S. (1981): Efecto de la densidad del tallo en producción de papa boletín de información técnico 1, Centro internacional de la papa, lima, Peru 4-9 pp.
- Winkler, E. (1981): Heat stress and tuberization stimulus. Am potato journal 31- 49 PP
- Yanes López N. Castellanos González L Gómez Brito R. Martín Vasallo, C. (2012) Revista Centro Agrícola. Volumen 39 - 2012 No.2 abr-jun 2012. El pronóstico a corto plazo de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary en papa durante 30 campañas en la Empresa Cultivos Varios Horquita.

Yuan, F. y Bland, W. (2004): Light and temperature modulated exponential growth model for potato (*Solanum tuberosum* L.). *Agric. For. Meteorol.*, 2004, vol. 121, pp. 141-151. ISSN 0168-1923.