

UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACIÓN DEL MANEJO DE RIEGO DE LA PAPA
(*SOLANUM TUBEROSUM* L.) EN LA UBPC 3 "JESÚS MENÉNDEZ"
DE LA EMPRESA AGROPECUARIA YABÚ

DIPLOMANTE:

DIGNORA BETANIA MENDOZA SARRÍA

TUTOR:

Dr.Sc. OMAR GONZÁLEZ CUETO

SANTA CLARA, 2017

UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACIÓN DEL MANEJO DE RIEGO DE LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM L.*) EN LA UBPC 3 “JESÚS MENÉNDEZ” DE LA EMPRESA AGROPECUARIA YABÚ.

DIPLOMANTE:

DIGNORA BETANIA MENDOZA SARRÍA

TUTOR:

D.SC. OMAR GONZÁLEZ CUETO

SANTA CLARA, 2017
“AÑO 59 DE LA REVOLUCIÓN”

PENSAMIENTO

*TODO TIENE SU TIEMPO, Y TODO LO QUE SE QUIERE DEBAJO
DEL CIELO TIENE SU HORA.
TIEMPO DE NACER, Y TIEMPO DE MORIR, TIEMPO DE PLANTAR,
Y TIEMPO DE ARRANCAR LO PLANTADO (...)
(...) AQUELLO QUE FUE, YA ES; Y LO QUE HA DE SER FUE YA Y
DIOS RESTAURA LO QUE PASÓ.
REY SALOMÓN*

DEDICATORIA

***A TODOS LOS QUE ME AYUDARON A REALIZAR
ESTE TRABAJO DE DIPLOMA Y ME APOYARON
EN TODO MOMENTO, QUE SUFRIERON Y
PADECIERON JUNTO CONMIGO Y NO SE DIERON
POR VENCIDOS, A TODOS,
MUCHAS GRACIAS***

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios primeramente porque sin Él, nada de esto hubiese sido posible.

A mi mamá que se gradúa junto conmigo este año, muchas gracias.

A mi papá por confiar en mí.

A mis hermanos Víctor, Lorena y Otoniel por soportarme.

Al resto de mi familia, a mi abuela, a mis tías, mis primas, por estar siempre a mi lado.

A mi tutor, el Dr. C. Omar González Cueto por regalarme su conocimiento, tiempo y apoyo.

A los compañeros de la UBPC-3 “Jesús Menéndez”, gracias por su ayuda.

A los trabajadores de la Estación Agrometeorológica y del Taller de Riego de la Empresa del Yabú.

A todos los que de un modo u otro me ayudaron para la realización de esta tesis, muchas gracias

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en la UBPC 3 “Jesús Menéndez”, campo 330, de La Empresa Agropecuaria del Yabú, ubicada en el municipio Santa Clara, provincia Villa Clara. El período de siembra y cosecha de la papa estuvo comprendido entre enero de 2017 hasta marzo de 2017, la fecha comienzo de siembra fue el 27 de diciembre del 2016. La variedad de papa es Ultra y el área total plantada fue de 8.0 hectáreas. Las temperaturas iniciales y finales fueron favorables para el cultivo ya que se comportaron entre los 18 y 30 °C. Se determinó que, con 14 riegos es suficiente para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo de la papa con una norma total aplicada de 3 377m³. Los resultados de la pluviometría marcaron una Media ponderado de 7.774 mm. El rendimiento da la papa fue de 30,62 t/ha.

ABSTRACT

The work was carried out in UBPC 3 "Jesús Menéndez", field 330, of the Empresa Agropecuaria of Yabú, located in the municipality Santa Clara in the province Villa Clara. The sowing and harvesting period of the potato ranged from January through March 2017, the sowing date began on December 27, 2016. The planted potato variety is Ultra and the total area planted in field 330 was 8.0 hectares. Both the final and initial temperatures were favorable for the crop and q behaved from 18 to 30 ° C. With 14 irrigations is enough to satisfy the water needs of the potato crop. The total standard applied in m^3 was 3 377. The results of the pluviometry obtained by the program Pluvipivot marked a weighted Average of 7.774 mm. The yield of the potato was 30.62 t / ha.

INDÍCE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- | | | |
|------|---|----|
| 1.1. | <i>El cultivo de la papa y su situación actual en Cuba y en el mundo.</i> | 5 |
| 1.2. | <i>El cultivo de la papa.</i> | 7 |
| 1.3. | <i>Sistemas de riego por aspersión.</i> | 17 |
| 1.4. | <i>Papa, necesidades hídricas</i> | 29 |

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

- | | | |
|------|---|----|
| 2.1. | <i>Determinación de la humedad del suelo o capacidad de campo</i> | 36 |
| 2.2. | <i>Determinación del punto de marchitez permanente (PMP)</i> | 39 |
| 2.3. | <i>Densidad aparente (Da)</i> | 40 |
| 2.4. | <i>Evapotranspiración del cultivo (ETc)</i> | 41 |
| 2.5. | <i>Lámina y uniformidad de riego</i> | 42 |

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- | | | |
|------|---|----|
| 3.1. | <i>Caracterización de la UBPC 3 “Jesús Menéndez” de la Empresa Agropecuaria del Yabú</i> | 44 |
| 3.2. | <i>Comportamiento de las variables climáticas</i> | 46 |
| 3.3. | <i>Pluviometría.</i> | 48 |
| 3.4. | <i>Manejo de riego en el Campo 330 de la UBPC-3 “Jesús Menéndez</i> | 51 |
| 3.5. | <i>Necesidades hídricas del cultivo</i> | 52 |
| 3.6. | <i>Comportamiento del rendimiento de la papa en la UBPC-3 “Jesús Menéndez”; campo 330</i> | 56 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

La planta de la papa (*Solanum Tuberosum* L.), pertenece a la familia de las solanáceas. Su origen se ubica en el altiplano andino de Perú y se estima era cultivado hace más 8000 años por los habitantes de la región.

Los conquistadores españoles la introducen en Europa a mediados del siglo XVI, donde comienza su expansión por todo el mundo. Su consumo se fue incrementando hasta convertirse en uno de los principales alimentos empleados. En la actualidad es el cuarto cultivo de mayor siembra y alimento básico de países desarrollados.

La papa es un tubérculo de gran importancia porque aporta proteínas, energía, minerales, vitaminas y aminoácidos esenciales. Se adapta a disímiles condiciones y cultura de los pobladores que la consumen. Su producción y cosecha generan ingresos económicos notables que se distribuyen entre los diferentes agentes de la cadena de producción – distribución.

A nivel mundial, se producen 290 millones de toneladas y se cultivan 13,85 millones de hectáreas. En Europa y Estados Unidos se consumen alrededor 75 kg per cápita anual.

En Cuba constituye uno de los alimentos más atractivos y succulentos de la cocina autóctona. Por su período vegetativo relativamente corto (70-90 días) y su capacidad de adaptación a las diferentes condiciones climáticas, es el principal cultivo de siembra de invierno del país. Tal es así, que en el primer trimestre de 2016, a nivel nacional, se cosecharon aproximadamente 60 mil 785 hectáreas que produjeron en total 869 239 toneladas de papa, según lo informado por (INEI 2016)

Según Román (2002), a diferencia de otras plantas, las papas requieren cuidados especiales. Por ello, es necesario manejar correctamente la manera de regarlas. Este proceso comienza después de la aparición de los brotes y se realiza en función de las necesidades de las plántulas. El riego correcto de estos tubérculos supone estar al tanto de las etapas de su desarrollo y sus necesidades de agua.

El riego asegura buenas producciones en épocas de sequía, protege el cultivo y en algunos lugares, propicia la obtención de más de una cosecha al año. Contrariamente a ello, un mal empleo del riego puede provocar la pudrición de las raíces, la disminución del rendimiento, la pérdida de abonos y erosionar los suelos.

El sistema de riego por aspersión es el más utilizado desde hace varios años en la Empresa Agropecuaria del Yabú. Cuentan para el regadío con 20 máquinas de pivote central instaladas en toda la extensión de la Empresa. Con este método el agua se aplica al suelo en forma de lluvia a través de los aspersores, que generan un chorro de agua pulverizada en gotas. En Cuba la expansión de esta técnica ha permitido estabilizar las grandes producciones de papa, viandas y hortalizas sobre los suelos de mejores condiciones.

Una de las características fundamentales de este sistema es que precisa dotar al agua de presión a la entrada de la parcela de riego por medio de un sistema de bombeo (Dueñas, Alonso et al. 1981). El agua se distribuye a través de una red de tuberías cuya complejidad y longitud depende de la dimensión y la configuración del área a regar.

Las máquinas de pivote central están entre los sistemas de riego más populares en el mundo. Ellas han hecho fácil y eficaz el proceso de riego en espacios donde otros métodos de irrigación no son adecuados. Permiten aplicar aspersiones más frecuentes y cubrir con ello los requerimientos de agua y aumentar al máximo la producción.

Durante las últimas tres décadas, las máquinas de pivote central se han perfeccionado. En la actualidad son mecánicamente muy fiables y simples de operar, aunque, como cualquier maquinaria, el mantenimiento rutinario y sistemático es imprescindible. Estos equipos permiten un notable ahorro de agua y energía al compararse con otras técnicas como la aspersión tradicional y los pivotes de accionamiento hidráulico (Tornés, Pujol et al. 2009).

Para un buen desarrollo del cultivo de papas se requiere en promedio de 400 a 800 milímetros de agua dependiendo de las condiciones climáticas y de la duración del período vegetativo, por ello, para que el cultivo obtenga el agua necesaria, el manejo de riego debe ser riguroso y eficaz, pues este tipo de

cultivo presenta una mayor necesidad hídrica y de esta manera lograr obtener un mayor rendimiento a la hora de la cosecha (Montaldo 1991).

En el período de la campaña de papa 2008-2009 en la Empresa de Agropecuaria Yabú, Pérez (2009), realizó un trabajo investigativo con el objetivo evaluar la pluviométrica de la tecnología de riego y del régimen de riego que se aplicó al cultivo de la papa en el Campo 14 de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) # 2. La humedad del suelo se midió mediante muestras gravimétricas y tensiómetros.

Los resultados de esta investigación fue la siguiente:

- Las láminas de agua aplicadas fueron en general muy pequeñas y con intervalos de riego muy cortos, lo que provocó un exceso de vueltas de la máquina en el campo, con problemas de atascamientos y lavado de productos químicos.
- Se aplicaron 273 mm de agua, lo cual, es suficiente para el cultivo, pero deficientemente distribuido. A partir del balance hídrico realizado, se recomiendan las láminas y los intervalos de riego por fases fenológicas.
- Se aplicaron 16 riegos con intervalos muy pequeños (media 3,5 días) que humedecían con frecuencia la superficie del suelo y el follaje del cultivo provocando excesivo número de vueltas de la máquina (23) y lavado de productos químicos del follaje, los intervalos debieron variar entre 8-9 días con un total de 8 riegos a partir de la emergencia.

En el año 2012, Mbewe, Pacheco et al. (2012), realizó un Trabajo de Diploma con el objetivo de evaluar la influencia de la programación agrometeorológica del riego en el uso eficiente del agua y en el rendimiento de la papa en máquinas de pivote central de la Empresa Agropecuaria del Yabú. Este trabajo evaluó la uniformidad de la lámina de agua aplicada por las máquinas y los resultados de balance hídrico. Los investigadores obtuvieron los siguientes resultados:

- El método de balance agrometeorológico resulto una tecnología eficiente, en la programación de los riegos.
- La máquina de la UBPC 5, aplico una lámina de agua de 212.2 mm.

- El número de riegos promedios fue de 13, con unos intervalos de 6 días.

Problema Científico

¿Cómo evaluar el manejo de riego para el cultivo de la papa en la UBPC-3 “Jesús Menéndez” de la Empresa Agropecuaria del Yabú?

Hipótesis:

Si se evalúa el manejo del riego de la máquina de la UBPC 3 “Jesús Menéndez” de la Empresa Agropecuaria del Yabú, se podrán proponer medidas para un correcto manejo de riego que permita cubrir las necesidades hídricas del cultivo de la papa.

Objetivo General:

Evaluar el manejo de riego de la papa en la UBPC 3 “Jesús Menéndez” de la Empresa Agropecuaria del Yabú.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar las propiedades hidrofísicas del suelo y del cultivo de la papa en el campo 330 de la UBPC 3 “Jesús Menéndez” de la Empresa Agropecuaria del Yabú.
2. Evaluar la uniformidad del riego en la máquina de pivote central empleada en el campo 330 de la UBPC-3 “Jesús Menéndez”.
3. Evaluar el manejo del riego empleado en el campo 330 de la UBPC 3 “Jesús Menéndez”.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. El cultivo de la papa y su situación actual en Cuba y el mundo

Principales países productores

El sector mundial de la papa atraviesa grandes cambios. Hasta inicios del decenio de 1990, casi la totalidad de las papas se producían y consumían en Europa, América del Norte y en los países de la antigua Unión Soviética. Desde entonces, se ha producido un aumento significativo de su producción y demanda en Asia, África y América Latina, donde, la producción aumentó de menos de 30 millones de toneladas a principios del decenio de 1960 a más de 165 millones en 2007. En 2005, por primera vez, la producción de papa en el mundo se desarrolló de forma excedida y China se ha convertido en el primer productor mundial de tubérculo. (Catalejo 2015).

Según, FAO (2015), Perú es el principal productor de papa en América Latina, produce 4,6 millones de toneladas métricas, seguido de Brasil (3,5 millones), Colombia (2,13 millones), Argentina (2 millones) Cabot (2015). La producción se ubica entre 8 y 8,5 millones de toneladas, participando en el total mundial con solamente el 2,16%. Brasil con el 44,4% seguido por Argentina 22,4%, Chile 12,8%, Bolivia 13,3%, Venezuela 6,1% y bastante diferenciados Uruguay 1,1% y Paraguay que, a pesar de haber tenido un importante crecimiento en los últimos años, tan solo llega al 0,04 %.

1.1.1. Producción mundial, uso industrial y consumo de la papa

Producción mundial

Detrás del arroz y del trigo, la papa es uno de los cultivos de mayor consumo mundial. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) dice que, desde principios de los años 60, "el aumento de la superficie dedicada al cultivo de papa en el mundo en desarrollo superó la de todos los demás productos alimentarios básicos y se prevé que para 2020 la demanda de papa duplique la de 1993" (Lopez 2016).

Según datos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA (2015), en Argentina se consumen 60 kilogramos de papa per cápita por año. Agrega el informe que "Menos del 50% de la producción mundial de papa se utiliza para consumo humano, casi una tercera parte se usa como forraje -en México y Europa del Este, principalmente- y buena parte del resto se utiliza para obtener almidón y muy poco para alcohol".

La papa para semilla, se estima en un volumen de 200 000 toneladas. Siendo el tercer destino el consumo in natura el cual tiene una demanda de entre 1,8 y 2 millones de toneladas, ubicando al consumo en fresco por año, en un valor de aproximadamente 50 kilos por habitante.

En Europa, a nivel industrial, es utilizada en la producción de vodka, whisky, almidón y otras industrias la emplean como comidas rápidas (papas a la francesa) y chips (hojuelas) como es el caso de El Salvador (Pedrozo 2016).

1.1.2. Producción de la papa en Cuba

La producción agropecuaria aumentó en Cuba un 10,3 por ciento en el primer trimestre del año 2017 con relación a igual período de 2014. El producto estrella en ese resultado fue la papa, con 41 100 toneladas más que en igual etapa de 2014. Según la Oficina Nacional de Estadística e Información ONEI (2015), entre enero y marzo del actual ejercicio, la producción de viandas se incrementó en 68.700 toneladas (11,4 %). El Gobierno cubano presta especial atención al incremento de la producción de alimentos pues lo considera un asunto de "seguridad nacional" ya que, la isla, importa anualmente el 80 % de

los víveres que consume y la mitad de esos productos podrían obtenerse dentro del país (Catalejo 2015).

Según la Oficina Nacional de Estadística e Información ONEI (2016), la producción de papa hasta septiembre de 2016 la producción de papa fue de 123 mil toneladas y el área cosechada subió hasta 5 200 ha. La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos de las raíces y tubérculos.

Tabla 1. Producción de tubérculos y raíces.

Concepto	Producción (Mt)	Por ciento respecto al año anterior					
		Total	Estatal	Total	UBPC	CPA	CCS y Privado
Tubérculos y Raíces	922,7	108,5	149,3	105,7	93,5	101,5	107,7
De ellos, la papa	107,4	89,6	118,9	81,3	84,3	77,4	76,3

Fuente: Oficina Nacional de Estadística e Información ONEI (2016)

1.2. El cultivo de la papa

1.2.1. Semilla

Para que una buena variedad exprese sus características, es necesario el uso de semillas de calidad. En el particular de la planta de papa, esta debe ser sana y productiva; presentando las características botánicas y agronómicas que identifiquen a su variedad.

La calidad de la semilla de papa está definida por las condiciones:

- Calidad sanitaria: El tubérculo semilla debe ser sano, libre de plagas o enfermedades y sobre todo, de enfermedades causadas por virus.
- Calidad genética: Todo el lote de semillas debe pertenecer a la variedad elegida.
- Calidad física: El tamaño y la edad de los tubérculos deben ser uniformes. El tamaño adecuado es de 40 – 60 gramos y la edad debe ser la de brotación múltiple.

- **Calidad fisiológica:** Está determinada por la procedencia de la semilla. Las condiciones de altitud y sanidad de las zonas productoras de semilla determinan la calidad de procedencia (Castellanos 1995).

1.2.1.1. Manejo de la semilla

Se entiende como manejo de la semilla, el conjunto de actividades que se realizan 2-3 meses antes de la siembra consistente en la preparación de las semillas al mismo tiempo que la preparación del terreno, propiciando que ambos se encuentren en óptimas condiciones.

Las actividades del manejo de semillas consisten en:

Selección: Separar los tubérculos cosechados de acuerdo al tamaño y sanidad.

Desinfección: Reducir o eliminar agentes de infección o infestación que causan daños al cultivo.

Corte o fraccionamiento: Usar la semilla cortada siempre y cuando se disponga de tubérculos semillas grandes, se requiera incrementar el número de unidades o la semilla disponible no sea suficiente para el área de siembra. La semilla cortada puede deteriorarse por pudrimiento o excesiva transpiración.

Almacenamiento: Almacenar en condiciones de luz difusa los tubérculos semilla. Estas se verdean haciéndose más resistentes al daño de plagas. Sus brotes son cortos y vigorosos, lo que los hace más resistentes a daños mecánicos por manipulación. La emergencia de plantas es más rápida.

1.2.1.2. Categorías de la semilla

A nivel comercial se conocen diferentes tipos de semilla y categorías de papa. Entre ellas se encuentran:

Semilla genética: Es la semilla o planta que ha sido producida bajo la supervisión de un programa técnico de mejoramiento y que constituye la base fundamental inicial de la semilla básica o nuclear.

Semilla básica: Es la que se produce bajo la supervisión de un programa técnico de mejoramiento de plantas y mantiene su identidad y pureza genética específica. Puede darse a los productores para utilizarla en la producción de semilla registrada o certificada.

Semilla registrada: Es la que procede de materiales de semilla básica o registrada y tratada con el fin de mantener la identidad original y la pureza genética.

Semilla certificada: Es la semilla que se produce bajo la supervisión de un servicio de certificación. Puede originarse de una semilla básica, registrada o certificada, siempre mantiene su identidad varietal y cumple con los requisitos establecidos para esta categoría.

Semilla mejorada: Es la que no cumple con los requisitos de la categoría certificada, mantiene la identidad varietal y su buena capacidad de producción (Román 2002).

1.2.2. Etapas fenológicas y fenométricas

Dormancia o reposo de la semilla: Es el período que transcurre entre la cosecha y la brotación. Para el tubérculo semilla, esta etapa dura entre 2-3 meses y para la semilla sexual, entre 4 - 6 meses. La dormancia puede ser rota, inducida por heridas o alguna enfermedad en el tubérculo; en estos casos la brotación ocurre en menor tiempo.

Brotación: Ocurre cuando comienzan a emerger las yemas de los tubérculos; dura entre 2 y 3 meses, luego la papa está apta para sembrarse. Es ideal que los tubérculos presenten por lo menos 3 brotes cortos y fuertes con una longitud de 0.5 a 1 cm.

Emergencia: Los brotes emergen entre los 10-12 días en el caso de los tubérculos y entre 8-10 días en semilla sexual cuando son plantados en el campo y se tienen las condiciones adecuadas de temperatura y humedad en el suelo para su desarrollo. Durante esta etapa hay crecimiento de follaje y raíces en forma simultánea; proceso que se extiende entre 20-30 días.

Tuberización y floración: La floración es señal de que la papa comienza a emitir estolones o que inicia la tuberización. En variedades precoces esto ocurre a los 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, entre los 35 y 45 días; y en las tardías entre 50 y 60 días. Esta etapa, dura 30 días.

Desarrollo de los tubérculos: Los tubérculos alcanzan la madurez fisiológica a los 75 días en variedades precoces, 90 días para las intermedias y 120 días

para variedades tardías. En esta etapa, los tubérculos pueden cosecharse y almacenarse (López, Vasquez et al. 1995).

1.2.3. Requerimientos climáticos y edáficos

Temperatura: La papa es considerada una planta termoperiódica, lo que significa que, es necesario una variación entre la temperatura diurna y la nocturna de por lo menos 10°C. Si la diferencia es menor, el crecimiento y tuberización se ven afectados. Cuando esta situación se da frecuentemente a lo largo del ciclo vegetativo, el rendimiento y la calidad son afectados, pues las temperaturas altas son ideales para el crecimiento de tallos y hojas, pero no para los tubérculos.

La temperatura influye en la brotación de los tubérculos semillas, en la utilización de nutrimentos, pérdida de agua y en las etapas fenológicas del cultivo. Según Román (2002), las mejores producciones en la región templada se obtienen bajo las condiciones de temperaturas antes mencionadas y entre 12 y 16 horas luz (según la especie cultivada).

Horas luz: La luminosidad que reciben las plantas durante el día incide en la función de los cloroplastos y desencadena una serie de reacciones en las que interviene el dióxido de carbono y el agua. Ayuda a la formación de los diferentes tipos de azúcares que pasan a formar parte de los tubérculos e influye en la fotosíntesis y fotoperíodos requeridos por las plantas.

Precipitación: La precipitación o la cantidad óptima de agua requerida es de 600 mm distribuida en todo su ciclo vegetativo; las mayores demandas se dan en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo cual es necesario efectuar riegos suplementarios cuando no se presenta lluvia o en los períodos críticos. Estos pueden ser: Plantación y germinación, crecimiento, tuberización y maduración

Viento: El viento debe ser moderado, las plantas no resisten velocidades mayores de 20 km/hora sin que estas causen daños o influyan en los rendimientos.

Altitud: La altitud ideal para el desarrollo y producción del cultivo de la papa se encuentra entre los 1 500 a 2 500 metros sobre el nivel del mar *msnm*, pero

puede cultivarse en alturas menores durante en la época seca -*noviembre a febrero*- cuando existen condiciones de bajas temperaturas.

1.2.4. El suelo

El suelo es el ambiente del que la planta extrae agua y nutrientes; su espacio es de vital importancia para la respiración de las raíces, estolones y tubérculos. Los suelos para el cultivo de papa deben ser sanos y no tener antecedentes de enfermedades.

Disponibilidad de agua: La planta de papa es muy sensible a la deficiencia de agua por lo que, el suelo, debe disponer de acceso a este elemento para alcanzar un buen crecimiento y rendimiento.

Fertilidad del suelo: Es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que influyen en el crecimiento, desarrollo y producción de raíces, estolones y tubérculos. En general, los suelos fértiles son aquellos cuyas características físicas aseguran buena relación con el agua y aportan nutrientes en las cantidades que requieren las plantas.

Preparación del suelo: La preparación del terreno debe hacerse con la mayor anticipación posible a la siembra con la finalidad de favorecer la descomposición de los residuos de la cosecha anterior e inducir la germinación anticipada de las malezas, para su buen control al momento de la siembra. Estas prácticas varían de acuerdo con las condiciones topográficas del terreno (López 1989). Al utilizar maquinaria, se prepara el suelo con un paso de arado de vertedera reversible o arado de discos, a una profundidad de 0.30 m. El suelo se dejará bien suelto, para obtener un crecimiento óptimo de raíces, estolones y tubérculos, así como una buena aireación. Antes de esta labor, se pueden aplicar herbicidas para el control de malezas. Finalmente, se procede al surcado, cuyo distanciamiento dependerá de la variedad a utilizar, el fin de la producción y la época de siembra. Actualmente se emplean dos sistemas de siembra utilizando semilla sexual o semilla asexual (tubérculo semilla).

1.2.5. Siembra

La siembra es la instalación del campo de papa. Una buena siembra es aquella en la que las plantas emergen uniformemente y en el tiempo más corto posible.

Normalmente las plantas emergen a la tercera o cuarta semana después de la siembra.

Fecha de siembra: En la fecha de siembra el terreno debe estar en condiciones óptimas al igual que las semillas; de la misma manera, se debe tener disponibles al personal, los equipos, herramientas y los insumos agrícolas necesarios (abonos, fertilizantes). Además de la semilla, en la siembra, se incorporan al suelo, los abonos y fertilizantes y si fuera necesario, plaguicidas para reducir daños por plagas que pudieran presentarse en la zona.

Colocación de la semilla: Las semillas deben colocarse en el surco de siembra con cuidado y con los brotes hacia arriba. Los distanciamientos de siembra entre surcos y semillas varían según las condiciones, pero mayormente, los surcos se trazan de 100 cm.

Tapado de semillas: Según Pedrozo (2016), la cantidad de tierra con la que se tapa la semilla determina la profundidad de siembra aunque esta varía en los siguientes casos:

- Si la semilla esta envejecida, la profundidad debe ser menor.
- Si la semilla es pequeña, la profundidad debe ser menor.
- Si se siembra en época de mucha lluvia, la profundidad debe ser menor.
- Si el suelo es suelto (arenoso) la profundidad debe ser mayor.
- Si se siembra en seco, por ausencia de lluvias, la profundidad debe ser mayor y las semillas se distancian a 30 cm.

1.2.6. Fertilizantes

La aplicación de abonos *fuentes orgánicas* y fertilizantes *fuentes inorgánicas* al suelo tiene por objeto, proporcionar los nutrientes que requieren las plantas para su correcto crecimiento y producción. De otra manera, la aplicación de abonos y fertilizantes se realiza para restituir al suelo lo que extrae la cosecha de papa.

Abonos: Son importantes porque mejoran las características del suelo, crean condiciones para el desarrollo de microorganismos benéficos, favorecen el crecimiento de raíces y contribuyen en la retención del agua y nutrientes. Los abonos deben utilizarse una vez descompuestos y si fuera posible, emplearlos en forma de compost (Vegetal 2005).

Fertilizantes: Según López (1989), son las fuentes sintéticas de nutrientes. Los fertilizantes de mayor importancia por requerimiento son: el Nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K), conocidos como NPK. Los fertilizantes son simples cuando aportan un solo elemento o nutriente y compuestos, cuando aportan más de uno. Una buena producción de papa requiere el uso combinado de abonos y fertilizantes. Las características de fertilidad de los suelos determinan la dosis de fertilización NPK.

- El Nitrógeno es necesario para el buen desarrollo de la planta.
- El Fósforo es necesario para el buen desarrollo de raíces.
- El Potasio es necesario para una buena calidad de los tubérculos.

1.2.7. Riegos

El trabajo de aplicación de agua al cultivo de papa es de trascendental importancia porque el rendimiento del cultivo está, directa y positivamente relacionado con la cantidad total de agua aplicada por campaña, si se dispone de buen drenaje y es posible controlar las enfermedades causadas por hongos y bacterias, “a más agua, mayor rendimiento”. La planta de papa es muy sensible, tanto a la falta, como al exceso de agua.

El exceso puede ser contrarrestado de diferentes formas, pero las pérdidas que causa la deficiencia de agua, son más comunes y notorias.

En el sistema de producción en seco, los cultivos de papa de mejor rendimiento son aquellos que reciben, por lo menos, 600 mm de precipitación (lluvia). Si en una zona de producción, la cantidad de lluvia es menor a la cifra indicada, es necesario utilizar una variedad precoz o agotar cualquier posibilidad para mejorar la infraestructura de riego. Los riegos deben ser ligeros y frecuentes antes que, distanciados y pesados (Guerra 1969).

Las modalidades de riego más utilizadas son:

Por gravedad, en surcos rectos y corrugaciones: aplicando el agua por medio de canales y tubos sifones.

Aspersión: en el cual se utilizan aspersores comerciales y artesanales; estos últimos, tienen el inconveniente que las descargas (caudal) y la presión de operación varían en la línea de riego.

En suelos planos, donde se cultive papa, es recomendable nivelarlos y dejarlos con una pendiente muy suave de 1:1000, empleando para ello, maquinaria adecuada para este fin; además, debe diseñarse el sistema de distribución del agua dentro de la parcela, por ejemplo: canales, surcos y drenes (Martín-Beneto 2005).

Déficit de agua

La papa es relativamente sensible al déficit de agua, por lo que no debe agotarse más de un 30 a 35% del total disponible, especialmente, durante la formación y crecimiento de los tubérculos. Se recomienda el uso de tensiómetros para determinar el momento en que debe regarse; calibrando estos, según el tipo de suelo y localidad (González, Herrera et al. 2012).

Etapas críticas del cultivo

Todas las etapas son críticas en el cultivo de la papa, especialmente durante la formación y crecimiento de los tubérculos, que es, de los 35 a 80 días, después de la siembra.

Lámina de agua

Esta depende del suelo, la planta y de las condiciones climáticas de la zona. Requiere el conocimiento de la capacidad de campo (Cc) y el punto de marchitez permanente (Pmp). Es importante mencionar que la lámina debe calcularse para las condiciones específicas de la zona de producción del cultivo (Europea 2015).

1.2.8. Cosecha

El escarbe o cosecha es la actividad de extracción de los tubérculos. La modalidad de cosecha (mecanizada, con yunta o manualmente) son las más empleadas y la eficiencia de cada una de ellas, está determinada por la velocidad de extracción y el porcentaje de tubérculos que se quedan bajo tierra.

Factores que determinan la oportunidad de cosecha

Madurez: La cosecha se realiza cuando la planta está madura, no se muestran hojas verdes y, sobre todo, cuando los tubérculos están maduros (piel firmemente adherida a la pulpa).

Tamaño de tubérculos: Se cosecha cuando los tubérculos han alcanzado el tamaño deseable para su comercialización. En este caso, se procura evitar un excesivo sobrecrecimiento de los tubérculos con una cosecha adelantada (Castellanos 1995).

Sanidad: Se refiere a que, en algunos casos, es necesario adelantar la cosecha porque se encuentran daños causados por plagas o enfermedades y se desea evitar su severidad o diseminación hacia los tubérculos sanos.

Condiciones del clima: Es el caso en el que las plantas y los tubérculos están maduros, pero las lluvias impiden realizar la cosecha.

Selección

Los tubérculos que van a almacenarse deben presentar, en su totalidad, un buen estado sanitario, deberán llegar limpios al almacén para que el tratamiento que se les efectúe sea efectivo al estar directamente en contacto con la piel de estos; dentro de este proceso se realiza la labor de clasificación (eliminación de los tubérculos enfermos y cuerpos extraños).

Clasificación

Por lo general, esta actividad se realiza en el centro de acopio, pudiendo clasificarse el producto de diferentes formas en dependencia del destino del tubérculo:

- Por el grado de limpieza o suciedad que tenga el tubérculo:
 - Extra limpia.
 - Limpia.
 - Con suciedad.

- Por tamaño y apariencia:
 - Grande (7-10 cm de diámetro y 15 cm de largo).
 - Mediana (4-7 cm de diámetro y 10 cm de largo).
 - Pequeña (4 cm o menos de diámetro).

Recursos

Es el caso de que las plantas están maduras, pero el agricultor no dispone de recursos económicos para financiar el pago de la mano de obra o de los equipos necesarios para el trabajo, postergándose la cosecha.

Poscosecha

Con el almacenamiento, se pretende mantener los tubérculos en las mismas condiciones que tenían al momento del arranque; es decir, que se conserven firmes, sin marchitamiento, ni pérdidas por enfermedades o germinación.

Además, si la papa se cosecha en época de precios bajos, puede almacenarse para venderla cuando los precios sean más atractivos.

Se almacena sólo papa sana, lo más limpia posible; de preferencia se deben usar cajas de madera de 28"x14"x12 con capacidad aproximada de 45.45 kg o en sacos de henequén o fibra sintética. Las papas no se deben lavar, ni se mojar con agua lluvia o condensación, porque causa la penetración de bacterias, provocando un pudrimiento inmediato.

Es preciso almacenar las papas en locales secos y frescos, lo más ventilados posible y con poca luz, ya que la oscuridad y las bajas temperaturas evitan que la piel de los tubérculos se verdee rápido, formándose la solanina (alcaloide tóxico que disminuye el valor comercial de la papa, al provocarle un sabor desagradable y pérdida de peso al encogerse y arrugarse).

La papa almacenada deberá revisarse semanalmente para la eliminación de los tubérculos arruinados (Montaldo 1991).

1.2.9. Comercialización

Para muchos agricultores, es la etapa más difícil, porque aún persiste un sistema cargado de informalidad, transacciones con altos niveles de desconfianza y a veces, escaso nivel de información de precios y mercados. En consecuencia, los agricultores deben informarse sobre los canales de comercialización formales (cadenas productivas), mejorar sus medios de información y, sobre todo, mejorar su capacidad de negociación a través de la oferta de calidad.

1.3. Sistemas de riego por aspersión

Según Poirée (1965), el riego por aspersión es un método mecanizado o presurizado, ya que necesita de mecanismos que generan presión para mover el agua. Con él, no es necesario nivelar el suelo y se puede regar recién sembrado, sin causar problemas de erosión o de corrimiento de las semillas.

Los aspersores, aplican el agua al suelo en forma de lluvia. Esto se consigue transformando la energía de presión en energía cinética y se aprovecha para hacer girar el aspersor que, de esta manera, barre un campo, casi siempre circular. Según la presión necesaria en tobera, los riegos por aspersión pueden ser de baja presión (1.5-3 atm.), de media presión (3-5 atm.) y de alta presión (más de 5 atm.) (Deloje 1974).

En función del diámetro de la tobera y de la presión en la misma, los aspersores tienen un caudal y un alcance variables, así también, distinto el tamaño de la gota de agua.

Hoy día existe una gran gama de aspersores que permiten al proyectista seleccionar el modelo más adecuado en función del tipo de terreno y de la economía del riego. Una red de aspersores puede cubrir el terreno a regar de diversas maneras, según se dispongan en cuadrado, en rectángulo o en triángulo.

1.3.1. Equipos de riego por aspersión. Clasificación

Según Tarjuelo (2005), los diversos tipos de tuberías y aspersores dan origen a múltiples modalidades dentro del sistema y se pueden agrupar del siguiente modo:

Equipos móviles: Se instalan sobre el terreno en cada campaña de riegos y se trasladan a lo largo del mismo para suministrar agua a las diversas parcelas.

Equipos semifijos: Tienen una parte de la instalación enterrada y fija, otra parte móvil que se desplaza a lo largo del terreno que se conecta a la tubería fija en diversos puntos de toma.

Equipos de cobertura total: Todas las tuberías están enterradas y fijas, únicamente se cambian los aspersores.

Equipos fijos: Toda la instalación, incluidos los aspersores, está fija en el terreno. Pueden funcionar simultáneamente todos los aspersores, aunque lo más frecuente es que, se rieguen alternativamente las diversas partes de una finca.

Equipos mecanizados: Cubren grandes superficies de terreno, desplazándose sobre el mismo por procedimientos mecánicos. Estos equipos son objeto de patentes, existiendo gran variedad de modelos. Entre ellos se pueden destacar las alas regantes, montadas sobre ruedas que se desplazan por arrastre con un tractor o bien mediante pequeños motores conectados al ala. Las plumas, que consisten en una gran viga en doble voladizo, de varias decenas de metros sostiene una tubería provista de aspersores y riega girando, impulsada por el agua; va montada sobre un carro móvil y se desplaza por arrastre (Jiménez, Domínguez et al. 2011).

Los pivotes consisten en una gran estructura de varios cientos de metros de longitud provista de aspersores, que descansan sobre apoyos montados en ruedas y separados unos 30-40 m. Toda la estructura gira sobre un extremo, donde está la toma de agua, mediante motores incorporados a los apoyos. El tiempo de rotación suele ser de 24 h., con lo que se consigue una gran frecuencia de riegos y mayor beneficio del cultivo.

Con los equipos mecanizados se pueden regar grandes superficies de terreno ahorrando el empleo de mano de obra. Como contrapartida, exigen fincas de gran extensión o bien, parcelas agrupadas en sistemas cooperativos.

1.3.2. Ventajas y desventajas del riego por aspersión

Ventajas

- Se pueden emplear dosis de riegos menores que en los regadíos por gravedad y mucho mejor controladas en su cuantía. Esto se traduce en una mayor economía del agua, mejor rendimiento de los cultivos y permite regar suelos de poco espesor, situados sobre un estrato impermeable, que por gravedad no serían regables a causa de la forzosa elevación de la capa freática.
- Mediante el control de las dosis y de la intensidad de lluvia se pueden regar terrenos de alta permeabilidad, sin que las pérdidas por percolación sean muy elevadas.
- En general exige una mano de obra especializada, aunque menos técnica, que el riego por gravedad, salvo en el caso de grandes bancales (muy costosos) que permiten el riego con grandes caudales (más de 100 l/s).

Desventajas

- Los costes de instalación son altos, en los plazos de amortización de las instalaciones oscilan entre 5 y 20 años.
- Salvo en casos excepcionales, existe un consumo suplementario de energía que cada vez tiene más importancia.
- Se ha de vigilar fundamentalmente el tamaño de la gota de agua para que no provoque aplazamientos del terreno y no cause daños a las plantas.
- El riego por aspersión pierde eficacia y uniformidad cuando los vientos son intensos.
- Los cambios de postura de los equipos móviles o semifijos son muy incómodos en un terreno regado (Autores 2006).

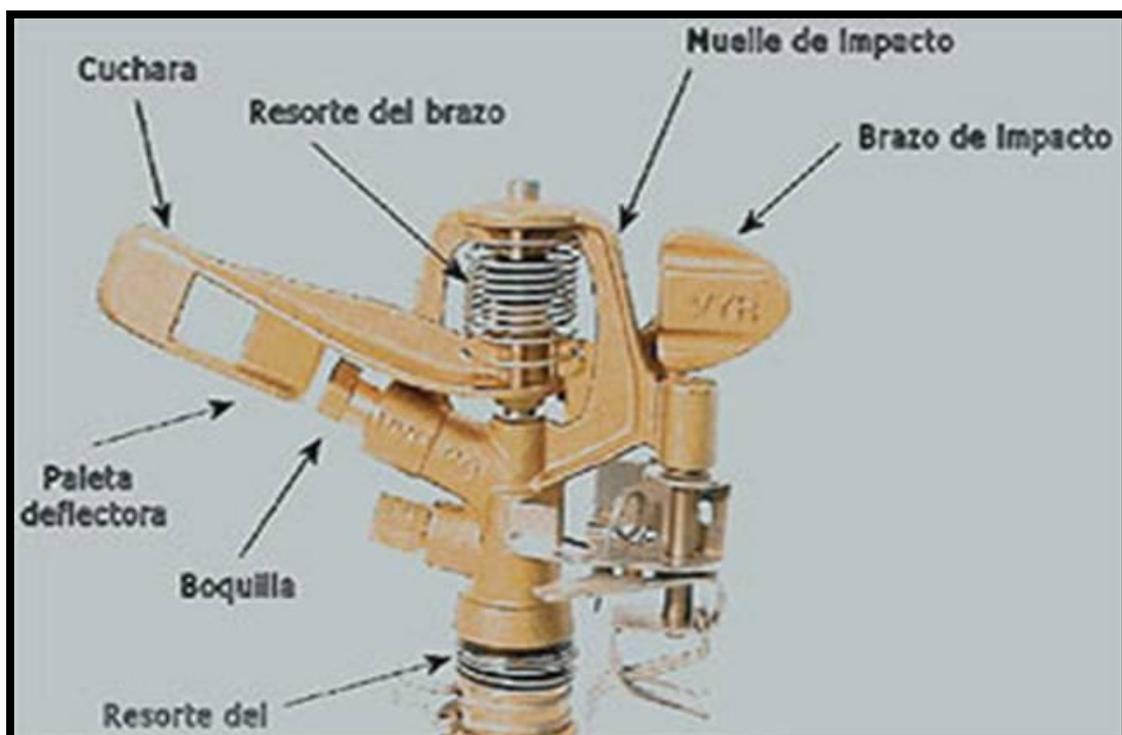
1.3.3. Partes de un equipo de riego por aspersión

Bomba: Se emplean en equipos de riego por aspersión o para elevar agua y regar por métodos gravitacionales.

Accesorios y conexiones: Se necesita una serie de accesorios y conexiones como válvulas de pie o sapo, válvulas de paso, uniones y reducciones, los que se deben especificar con el equipo completo (Rolland 1986).

Aspersores: Existe una gran variedad de aspersores que varían según la presión que necesitan y la cantidad de agua que pueden tirar, dígase, el diámetro que pueden regar en una posición.

En la **Figura No. 1** se muestran las diferentes partes de un aspersor



Según Tornés, Pujol et al. (2009), existen diferentes clasificaciones de los aspersores.

Aspersores rotativos

- Revoluciones rápidas.
- Revoluciones lentas (de una o dos boquillas).
- Alta presión y gran volumen (cañones).
- De presión intermedia.

Aspersores fijos

- Jardines caseros.
- Microaspersión.

Las figuras 2, 3 y 4 muestran los diferentes tipos de aspersores rotativos que existen para ser empleados en el riego de los campos, de revoluciones lentas, de alta presión y de presión intermedia.

Aspersor de bronce con dos boquillas



Figura No. 2: Aspersores de revoluciones lentas (de una o dos boquillas)



Figura No. 3: Aspersores de alta presión y gran volumen (cañones)



Figura No. 4: Aspersores de presión intermedia

Clasificación de aspersores, según Gómez (1974)

1) Velocidad de giro

a) Giro rápido: 3 - 6 vueltas. min^{-1} .

- Uso en jardines, viveros, horticultura.

b) Giro lento: 0,5 -1 vuelta. min^{-1} .

- Mayor radio de mojado.
- Mayor espaciamiento entre aspersores.
- Uso general en agricultura.

2) Mecanismo de giro

- reacción.
- turbina.
- choque o “brazo oscilante”.

3) Presión de trabajo

a) Baja Presión ($< 2,5 \text{ kg.cm}^{-2}$ o 250 KPa).

- Boquillas $< 4 \text{ mm}$ de diámetro.
- Caudal $< 1000 \text{ l.h}^{-1}$.

b) Medía Presión ($2,5 - 4 \text{ kg.cm}^{-2}$ o 250 - 400 KPa).

- 1 o 2 boquillas de 4 a 7 mm de diámetro.
- Caudales $1000 - 6000 \text{ l.h}^{-1}$

c) Alta Presión ($> 4 \text{ kg.cm}^{-2}$ o 400 KPa)

- Aspersores de tamaño grande (cañones)
- 1,2 o 3 boquillas
- Caudales $6\text{m}^3.\text{h}^{-1}$ a $40\text{m}^3.\text{h}^{-1}$ hasta $140 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$

Tuberías

Para un regado correcto se deben elegir, adecuadamente, el diámetro de las tuberías. El diámetro y su costo son directamente proporcionales, sin embargo,

se necesitan bombas de menor potencia, que son más baratas y gastan menos combustible. Las tuberías de menor diámetro son baratas, pero oponen más resistencia al paso del agua, por lo que se necesitan bombas de mayor tamaño.

Para determinar el diámetro de la tubería a usar se debe considerar el costo de las tuberías, valor de la bomba y gastos de combustible, además del caudal de agua a aplicar.

Generalmente, las tuberías móviles son de aluminio o PVC, con diámetros entre 2,5" a 4" de acople rápido y un largo de 6 metros (Ouazaa 2015).

Las figuras 5, 6 y 7 se muestran los diferentes tipos de tuberías empleados para el riego, las tuberías PVC, de menor diámetro, así como las tuberías de aluminio.



Figura No.5: Tuberías de PVC (6m)



Figura No.6: Tuberías de menor diámetro



Figura No.7: Tuberías de Aluminio

1.3.4. Distribución del agua

La distribución es un importante aspecto en los sistemas de riego por aspersión.

Factores que afectan la distribución:

a) Condiciones climatológicas

Velocidad y dirección del viento (variación y valor absoluto).

La evaporación, en función de la energía solar, movimiento del aire, temperatura, humedad.

b) Condiciones del equipo:

Marca y modelo del aspersor: configuración interna, velocidad rotacional, su variación y espaciamiento (entre aspersores).

Altura del elevador

Condiciones hidráulicas de aspersor

c) Condiciones de operación

Presión y espaciamiento de los laterales

d) Efectos aerodinámicos

e) Los factores del suelo

Velocidad de infiltración

1.3.5. Máquinas de pivote central

Descripción del equipo, según (González)

- Centro Pivote, en la Figura No. 8 se muestra la entrada de agua y energía al pivot junto con su panel de control.

- alimentación de energía y agua

- cuadro de maniobra



Figura No.8: Entrada de agua y energía al pivote. Panel de control

- Lateral, según se muestra en la Figura 9, se puede apreciar la tubería lateral de una máquina de pivote central.

-Tubería con salidas para emisores

-Torres automotrices

- Separación entre torres (38 m, 50 m)

- motor (eléctrico, hidráulico)



Figura No.9: Tubería Lateral de una máquina de pivote central

- Emisores.

Según se puede apreciar en la Figura 10. Difusores de los aspersores.

Brazo oscilante, SPRAY- ROTATOR, cañón en el extremo



Figura No. 10: Difusores de los aspersores

- Sistema Eléctrico

Cuadro de control y maniobra

Colector de anillos rasantes

Cables conductores de tramo

Cajas de control de torre, según (Valiente (2008))

1.4. Papa, necesidades hídricas

La necesidad de agua de los cultivos es aquella la cantidad del líquido que se requiere para satisfacer la tasa de evapotranspiración, de modo que los cultivos puedan prosperar. La tasa de evapotranspiración (ET_0) es la cantidad de agua que se pierde en la atmósfera a través de las hojas de la planta, así como la superficie del suelo.

Para estimar las necesidades de agua de un cultivo, en primera instancia se debe medir la tasa de evapotranspiración. La tasa de referencia, es la estimación de la cantidad de agua que utiliza una superficie extensa de pasto verde, bien regado, que es, aproximadamente, de 8 a 15 centímetros de altura. Al saber la evapotranspiración, se pueden calcular las necesidades hídricas del cultivo (González, Herrera et al. 2012).

1.4.1. La evapotranspiración

La evapotranspiración (ET_0) representa la tasa de evapotranspiración máxima o potencial, que puede ocurrir. Sin embargo, el requerimiento de agua de una cosecha es generalmente menos de evapotranspiración, ya que son factores relacionados con el cultivo mismo los que se deben tener en cuenta. Estos incluyen la etapa de crecimiento de la planta, la cobertura de las hojas que sombrea el suelo y otros parámetros del cultivo mismo.

Los efectos climáticos son incorporados en ET_0 , mientras que el efecto de las características del cultivo es incorporado en el coeficiente de cultivo K_c .

En la figura 11 se ilustra una curva generalizada del coeficiente de cultivo K_c (Allen, Pereira et al. 2006).

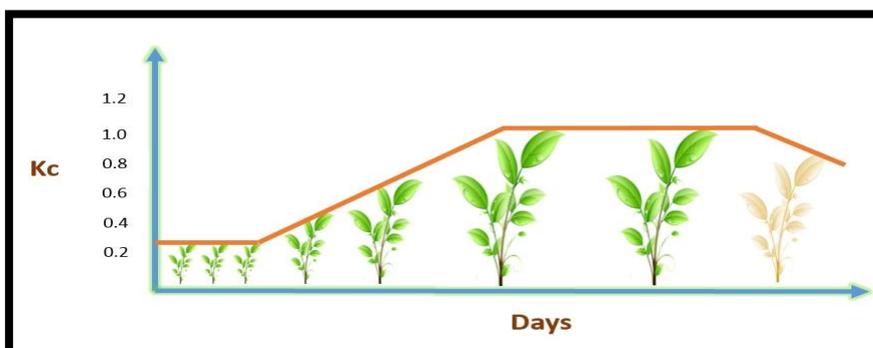


Figura No. 11: Curva generalizada del coeficiente de cultivo K_c .

Evaporación

La evaporación es el agua perdida en forma de vapor por el terreno adyacente a la planta, por la superficie del agua o por la superficie de las hojas de las plantas. La evaporación está en función de la radiación solar, latitud, estación del año, hora del día y nubosidad. Se condiciona además por la temperatura del aire, presión de vapor, viento y presión atmosférica.

Los factores que afectan principalmente la evaporación, según Bonet, Brown et al. (2012), son:

1. Climáticos (principalmente la radiación solar).
2. Superficie evaporante.

Transpiración

La pérdida de agua de las plantas en forma de vapor se le conoce como transpiración. La transpiración está en función de los factores climáticos: viento, humedad atmosférica, temperatura y radiación solar.

Tipos de transpiración:

- Raíces → xilema → mesófilo de las hojas → estomas (transpiración estomática)
- Raíces → xilema → corteza del tallo → epidermis (transpiración cuticular)

Consumo de agua por las plantas

Evapotranspiración ↔ Uso consuntivo

Evapotranspiración, es la cantidad de agua utilizada por las plantas para realizar funciones de transpiración, más el agua que se evapora de la superficie del suelo en el cuál se desarrollan (González, Herrera et al. 2011).

Factores que afectan la evapotranspiración

Las características del clima que afectan la cantidad de agua que necesitan las plantas son de forma más esquemática: la radiación, la temperatura, el viento y las precipitaciones.

- Hídricos

Disponibilidad y calidad del agua de riego, método de riego, eficiencia de riego, drenaje.

- Edáficos

Propiedades físicas y químicas del suelo como: textura, estructura, materia orgánica, salinidad, profundidad, fertilidad, estratificación.

- Vegetales

Variedad, especie, ciclo de cultivo, edad, características morfológicas de las estomas.

- Climáticos

Temperatura, humedad relativa, precipitación, viento, radiación solar (Chaterlán, Zamora et al. 2002).

Métodos para estimar la evapotranspiración, según la norma 14049 (2011)

- Métodos directos (utilizando instrumentos).

A. Gravimétrico

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Li = \Psi * Dai * Pr$$

B. Lisimétrico

Consiste en estimar la evapotranspiración por procedimientos de medición de pérdidas de agua, en recipientes que se llenan del suelo y se siembran con el cultivo en cuestión.

C. Evapotranspirómetro de Thornthwaite

Con este aparato se determina en forma directa la evapotranspiración potencial de los cultivos. El evapotranspirómetro consiste en un tanque de aproximadamente 0.90 m de profundidad, por 3.0 m de largo y 1.30 m de ancho, conectado a otro tanque regulador que permite mantener en el primero, un nivel de humedad constante; éste último, a su vez, es alimentado por un

tercer tanque en el que, se mide el consumo de agua. El tanque grande se llama evapotranspirador y es donde se coloca la tierra donde es sembrado el pasto como cubierta vegetal.

- Métodos indirectos (utilizando fórmulas empíricas).

Algunos investigadores han tratado de relacionar los datos climatológicos con el valor de la evapotranspiración logrando fórmulas que han permitido estimarla con diferentes aproximaciones; algunas son válidas para el lugar donde fueron estimadas, pero otras, son más o menos precisas, aunque requieren de ajustes. Algunos de estos métodos son:

1. Métodos basados en dispositivos evaporimétricos.
2. Métodos basados en datos climáticos:
 - Métodos de radiación.
 - Métodos basados en la temperatura.
 - Métodos por humedad relativa.

1.4.2. Aplicación del agua en las fases fisiológicas del cultivo

Las variedades modernas de papa son sensibles a la falta de agua en el suelo y necesitan una irrigación frecuente y superficial. Un cultivo de papas de 120 a 150 días consume de 500 a 700 mm de agua y la producción se reduce si se agota más del 50 % del total del agua disponible en el suelo durante el período de crecimiento. Para un mejor uso del agua y del riego en el cultivo de la papa, es necesario la planificación y la profundidad de las aplicaciones de agua de acuerdo a las etapas específicas del ciclo de crecimiento de la planta.

En general, la falta de agua durante la parte media y final del período de crecimiento, es decir, durante la estolonización y el inicio de la formación de los tubérculos y el crecimiento de los mismos, tiende a reducir la producción, mientras que el cultivo sufre menos la falta de agua al inicio del crecimiento vegetativo. Para el período, se puede permitir un mayor agotamiento del riego, a fin de que el cultivo utilice toda el agua disponible en la zona de las raíces, práctica que también puede acelerar la maduración y aumentar el contenido de materia seca.

Algunas variedades responden mejor a la irrigación al inicio del desarrollo de los tubérculos, mientras que otras, responden mejor aplicándolas hacia el final. Las variedades que producen pocos tubérculos por lo general son menos sensibles a la falta de agua que, las que los producen un mayor número.

Si bien se debe mantener un contenido relativamente elevado de humedad en el suelo para optimizar la producción, una irrigación frecuente con agua *más bien fría* puede reducir la temperatura del suelo por debajo del valor óptimo para la formación de los tubérculos (de 15° a 18°C), lo que repercute en la producción. Además, los suelos húmedos y pesados pueden crear problemas de ventilación (González 2012).

1.4.3. Calidad y productividad de los tubérculos.

El suministro de agua y el calendario de irrigación repercuten en la calidad de los tubérculos: una irrigación frecuente reduce la malformación de éstos. La falta de agua en la fase inicial de formación de la cosecha aumenta la presencia de tubérculos fusiformes (más frecuente en las variedades de tubérculos ovalados que en la de tubérculos redondos) y si después se riega, se pueden producir grietas en los tubérculos o una mancha negra en su centro.

Con buenas prácticas agrícolas e la irrigación necesaria, un cultivo de unos 120 días en climas templados y subtropicales puede producir de 25 a 40 toneladas de tubérculos frescos por hectárea (Clavelo 2003).

1.4.4. Programación de riego y calendario de riego

Los factores que influyen a la hora de regar son, principalmente:

- La necesidad de agua del cultivo.
- La disponibilidad de agua para el riego.
- La capacidad de la zona radicular para almacenar el agua.

La determinación del cuándo regar está en función, principalmente, del porcentaje de humedad en el suelo. Con base en este parámetro, existen métodos para determinar cuándo regar:

1. Métodos gravimétricos

2. Métodos tensiométricos

3. Bloques de resistencia
4. Métodos combinados
5. Métodos basados en observación de la planta (altura, color, movimiento)

Calendario de riego

El calendario de riego es imprescindible para un correcto tratamiento durante la cosecha, el mismo indica:

1. N° de riegos por aplicar al cultivo
2. Intervalos entre riegos
3. Láminas de requerimiento de riego
4. Láminas netas de riego

Métodos para determinar el calendario de riego

Básicamente existen dos métodos:

Método gráfico: Para determinar las fechas y números de riegos. Este método resulta útil cuando no se dispone de herramientas de cálculo. En general, es un método muy aproximado.

Método analítico: La base fundamental de este método es el de un “balance hídrico”, en el cual se analizan las entradas y salidas de agua en el suelo, éstas estarán representadas por los riegos y los requerimientos de riego de los cultivos respectivamente a la profundidad radicular del cultivo (Roque, González et al. 2013).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en la UBPC 3 “Jesús Menéndez”, Empresa Agropecuaria del Yabú, campo 330, ubicado en el municipio Santa Clara, provincia Villa Clara, en el período de siembra y cosecha de la papa, comprendido entre enero del 2017 y marzo del 2017. La fecha de siembra comenzó el 27 de diciembre del 2016 y la variedad de papa plantada es Ultra. La plantación se realizó a una distancia de siembra de 0,90 m de camellón y 0,25 m de narigón, el área total plantada fue de 8.0 hectáreas.

2.1. Determinación de la humedad del suelo y capacidad de campo.

El porcentaje de humedad presente en el suelo se evaluó mediante el método gravimétrico que es la relación entre la masa de la fracción líquida (agua o solución) y la masa de la fracción sólida. Las muestras fueron extraídas del campo 330 de la UBPC 3 “Jesús Menéndez”, en los meses correspondientes a enero y principios de abril, con una frecuencia de dos veces a la semana, martes y jueves.

Para determinar la humedad en el suelo se utilizó la siguiente metodología:

- Las muestras se extrajeron en el Campo 330 de la UBPC-3 “Jesús Menéndez” a dos profundidades diferentes, de 0-10 cm y de 10-20 cm, con una frecuencia de dos veces a la semana.



Figura No. 12: Barrena agrológica.

Luego de ser extraídas del suelo con una barrena agrológica, se procedió a depositar las muestras en taras o pesafiltros, para ser pesadas en una balanza digital para determinar la humedad de las mismas. Este proceso se realizó en el Laboratorio de suelo, del CIAP, perteneciente a la Universidad Central de las Villas, Facultad de Agropecuaria.



Figura No. 13: Balanza digital

Luego de ser pesadas, se colocaron las muestras destapadas en una estufa a

una temperatura de 120° C

durante 12 horas, para

eliminar la posible humedad.



Figura No. 14: Estufa.

Después de ser secadas en la estufa, se pesaron nuevamente las muestras para determinar la cantidad de humedad perdida.

El balance de agua en el suelo se realizó con la aplicación de la ecuación fundamental del régimen de riego:

$$W = (M_h - M_s) / (M_s - M_r) \cdot 100 \% \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

W = % de humedad presente en el suelo.

M_h = masa de suelo húmedo.

M_s = masa de suelo seco.

M_r = tara.

Determinación de la capacidad de campo:

Se seleccionó una parte del campo y luego del riego, se cubrió el terreno con un nylon, se colocó lo más pegado posible al terreno para impedir la evaporación del agua.



Figura No.15: Terreno seleccionado y tapado.

Al día siguiente, se realizó el mismo procedimiento para la determinación de la humedad del suelo.

2.2. Determinación del punto de marchitez permanente (PMP)

El punto de marchitez es el contenido de agua de un suelo, retenida tan firmemente que, las plantas no pueden extraerla, causándoles una marchitez irreversible. En general se puede asumir que el valor de punto de marchitez de

un suelo es aproximadamente el 50 % de la CC del mismo. El punto de marchitez depende también de las características propias del suelo como, la granulometría del suelo, su compactación, el contenido de materia orgánica, la profundidad del perfil, entre otros factores.

Para la realización de este trabajo, el punto de marchitez se obtuvo según la siguiente ecuación:

$$\text{PMP} = 0,55 \cdot W \dots\dots\dots (2)$$

2.3. Densidad aparente (Da)

La densidad aparente es el peso seco del suelo por unidad de volumen de suelo inalterado, tal cual se encuentra en su emplazamiento natural, incluyendo el espacio poroso. Si no se dispone del dato de densidad aparente, es posible obtener un valor aproximado de ésta por medio del valor de la textura del suelo.

Tabla No.2: Textura de suelo

Textura desuelo	Da (g / cm ³)
Arcillosa	1,00 – 1,25
Limosa	1,25 – 1,40
Arenosa	1,40 – 1,80

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la densidad aparente se utilizó la siguiente metodología:

En el campo 330 de la UBPC 3 “Jesús Menéndez”, se tomaron 10 muestras del suelo, a profundidades de 0-20 cm y 20-40 cm.



Figura No.16: Extracción de las muestras.

Luego de dicho proceso las muestras fueron llevadas al laboratorio de suelo en el CIAP, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de las Villas para ser pesadas y secadas posteriormente en una estufa a 120⁰ C por 12 horas.



Figura No.17: Peso de las muestras.

El peso seco obtenido se utiliza en la ecuación siguiente:

$$D_a = \frac{\text{peso de suelo seco}}{\text{volumen}} \dots \dots \dots (3)$$

Luego de calcular todos los valores obtenidos, se realiza un promedio con los datos y de esta manera obtener el valor de la densidad aparente.

2.4. Evapotranspiración del cultivo (ET_c)

La evapotranspiración del cultivo (ET_c) se determinó a partir de la evapotranspiración de referencia.

La evapotranspiración de referencia diaria se calculó, en las condiciones geográficas y climatológicas de la Estación Agrometeorológica del Yabú, según la expresión:

$$E_{tc} = E_{to} \cdot K_c \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

E_{Tc} = evapotranspiración del cultivo (mm).

K_c = coeficiente del cultivo.

E_{To} = evapotranspiración de referencia (mm).

2.5. Lámina y uniformidad de riego

La programación del riego se realiza con el caudal nominal de cada emisor definida por el fabricante, sin embargo, el caudal puede variar por efectos de la presión, temperatura, obturaciones (físicas, biológicas o químicas) y por fallas en el diseño del sistema de riego, por lo que, normalmente, el caudal real difiere del caudal nominal. Por ello, es vital la revisión periódica al sistema de riego.

La pluviometría se le realizó a la máquina de pivote central ubicada en el Campo 330 de la UBPC 3 “Jesús Menéndez”. Para ello se realizó la siguiente metodología:

Se colocaron envases a lo largo de la máquina de riego, para que, al paso de la misma, el agua cayera dentro.



Figura No. 18: Medición del agua

Se vertió el agua recogida en una probeta y se midió posteriormente, los datos obtenidos se representaron en tablas.

Se determinó la velocidad del viento utilizando un anemómetro cada 15 minutos y con una brújula, se conoció su dirección.



Figura No. 19: Medición del viento

Los datos fueron procesados en el software Pluvipivot, para el cálculo de la lámina media de agua aplicada.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de la UBPC 3 “Jesús Menéndez” de la Empresa Agropecuaria del Yabú.

La UBPC-3 “Jesús Menéndez” se encuentra ubicada en la Empresa Agropecuaria del Yabú, municipio Santa Clara, provincia de Villa Clara, kilómetro 14, carretera de Sagua. Limita al este con la carretera de Sagua, al oeste con la comunidad Julián Grimaó y la carretera a Pararrayos, al norte con las tierras de la Unidad de riego y por el sur, con las casas de cultivos y Unidad Agrotur. Presenta un suelo pardo con carbonato Gleysoso medianamente lavado, profundos, con un nivel medio de plasticidad, lo que dificulta el drenaje y provoca encharcamientos en aquellos lugares donde existe un sobre laboreo. La entidad tiene un total de 285,98 ha.

3.1.1. Descripción de la UBPC-3 “Jesús Menéndez”

Superficie total de la unidad

Tabla No. 3: Áreas de la UBPC-3 “Jesús Menéndez”

	Hectáreas	Caballerías
Área total	220,61	16,44
Tierra agrícola	172,51	12,85
Cultivable	134,99	10,06
Cultivos permanentes	61,56	
Cultivos temporales	73,43	
No cultivable	37,52	2,80
Pastos y forrajes	37,52	
No agrícola	48,10	3,58
Instalaciones	2,62	
Asentamiento y privados	15,18	
Acuosa y canales	13,62	
Superficie árida	1,11	
Caminos y guardarrayas	15,62	
Entrega de resoluciones	65,37	4,87
Resoluciones	65,37	

Fuente: Elaboración propia

Área cultivable

En la Tabla 4 se muestra el área cultivable de la unidad, los cultivos y sus áreas destinadas.

Tabla No. 4: Área cultivable de la UBPC-3 “Jesús Menéndez

Cultivable	Área/ha
Papa	13.67
Plátano	7
Maíz	12
Boniato	5
Malanga	0.50
Yuca	12
Calabaza	14
Fruta bomba	4
Mango	2
Frijol	8
Tomate	6

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Trabajadores de la unidad

La UBPC-3 “Jesús Menéndez” cuenta con un total de 64 trabajadores, de ellos: 47 obreros, 5 personal de servicio, 2 administradores, 7 técnicos y 3 dirigentes.

Rango de edades

Hasta 30 años: 2 trabajadores

De 31 – 40 años: 3 trabajadores

De 41 – 50 años: 17 trabajadores

De 51 - 60 años: 22 trabajadores

Más de 60 años: 20 trabajadores

3.1.3. Parque de maquinaria

En la Tabla 5 se describe el parque de maquinaria con que cuenta la UBPC-3.

Tabla No. 5: Maquinaria de la UBPC-3 “Jesús Menéndez”

Maquinaria	Cantidad	Maquinaria en desuso
Tractores	3	2 roto
Camiones	2	1 roto
Motocicletas	1	_____
Turbinas eléctricas	6	1 en montaje
Máquinas de riego	3	1 por instalar
Asperjadoras	3	_____
Máquina sembradora de grano	1	_____
Trilladora de granos	1	_____
Yuntas de bueyes	4	_____
Arados de bueyes	3	_____
Arados de vertedera	3	_____
Surcadores	1	_____
Surcador - partidor	1	_____
Invertidor	1	_____
Carretas	5	_____

Fuente: Elaboración propia

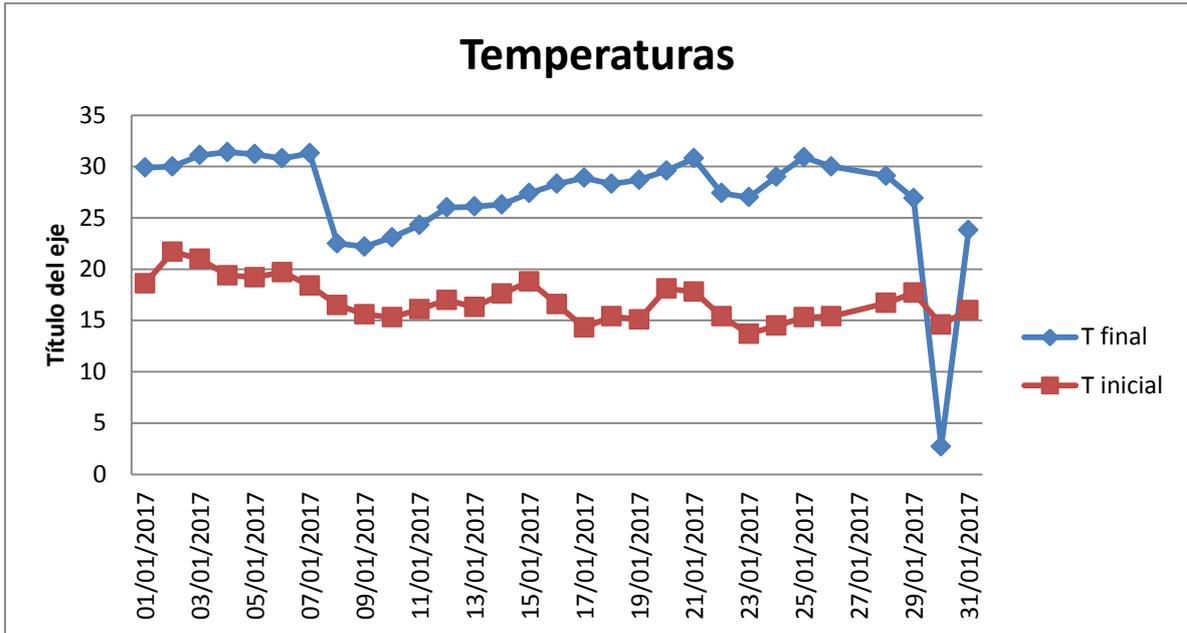
3.2. Comportamiento de las variables climáticas

El análisis se realizó en la UBPC–3 “Jesús Menéndez” y se tuvieron en cuenta las principales variables climáticas del campo 330, perteneciente a la Empresa Agropecuaria Valle del Yabú, los datos fueron obtenidos en la estación agrometeorológica “Valle del Yabú”.

Temperaturas

En la Figura 20 se aprecia la variación de las temperaturas iniciales, finales y medias, durante el mes de enero.

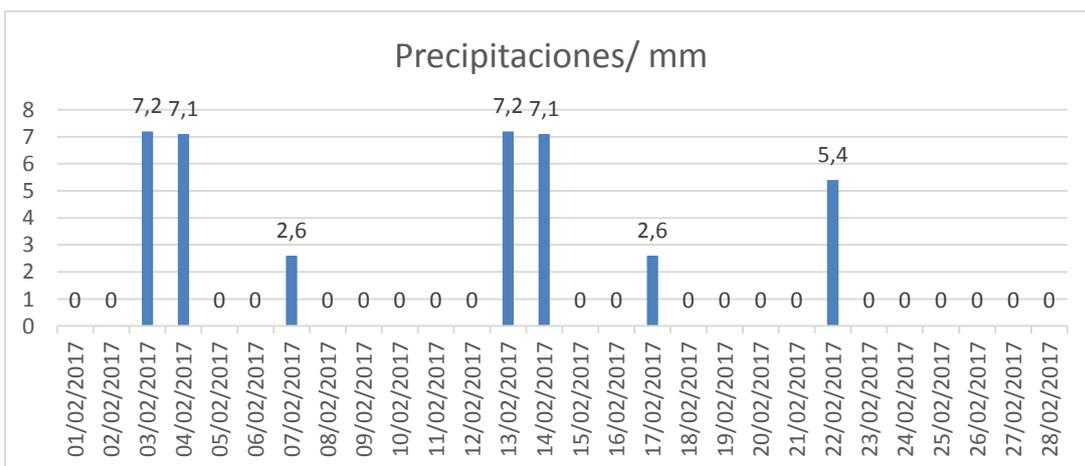
Figura No. 20: Variación de las temperaturas



Precipitaciones

En la Figura 21 se puede apreciar las precipitaciones del mes de febrero. El acumulado total lluvia en este mes fue de 38.8mm. Se puede observar que no hubo una humedad significativa, ya que las precipitaciones no fueron muy favorables para el cultivo, no se produjeron grandes acumulados para el cultivo predominando las altas temperaturas.

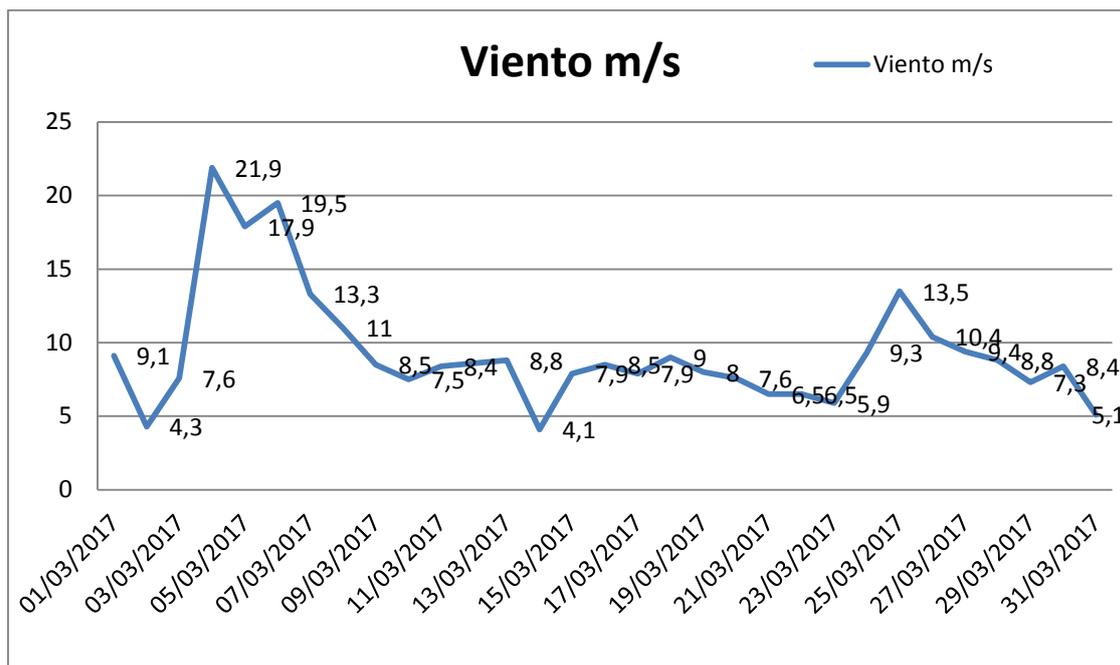
Figura No. 21: Precipitaciones



Variación del viento

En la Figura 22 se aprecia la variación del viento en el mes de marzo.

Figura No. 23: Variación del viento



3.3. Pluviometría

La evaluación pluviométrica se realizó en el campo 330 de la UBPC-3 el 8 de marzo del 2017 a las 10:30 a.m. y concluyó aproximadamente la 1:00 p.m. Se calcularon los parámetros a través del programa de computación Pluviopivot. La velocidad del viento osciló entre los 0 a 4.5 m/s, la dirección de viento era hacia el este, al igual que la de los pluviómetros. La lamina de riego requerida era de 4.66 mm, con una regulación al 80 %, con una presión del pivote de 2.0kg/cm².

La máquina de riego presentó problemas técnicos y tuvo que cambiarse una rueda, además de que el último volante de la torre, se adelantaba. La pluviometría fue realizada en la etapa de completa maduración de la papa.

En la Tabla 6 se muestran los resultados de la pluviometría, donde el coeficiente de uniformidad ponderado tuvo un valor aproximado de 81.6 %, el coeficiente de variación ponderado fue de un 21%, con una uniformidad de la distribución ponderado de 73.4 %

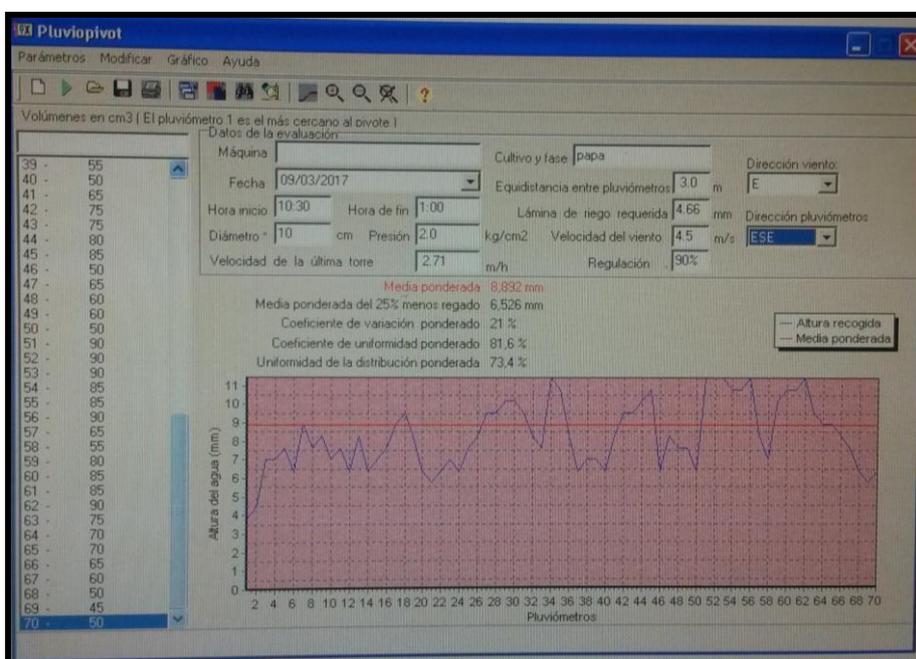
Tabla No. 6: Valores Ponderados

Máquina	Campo 330
Fecha	8/3/2017
Media ponderado	8.892 mm
Coefficiente de uniformidad ponderado %	81.6%
Coefficiente ponderado del 25 % menos regado	6.526 mm
Uniformidad de la distribución ponderado	73.4 %
Coefficiente de variación ponderado	21 %

Fuente: Elaboración propia

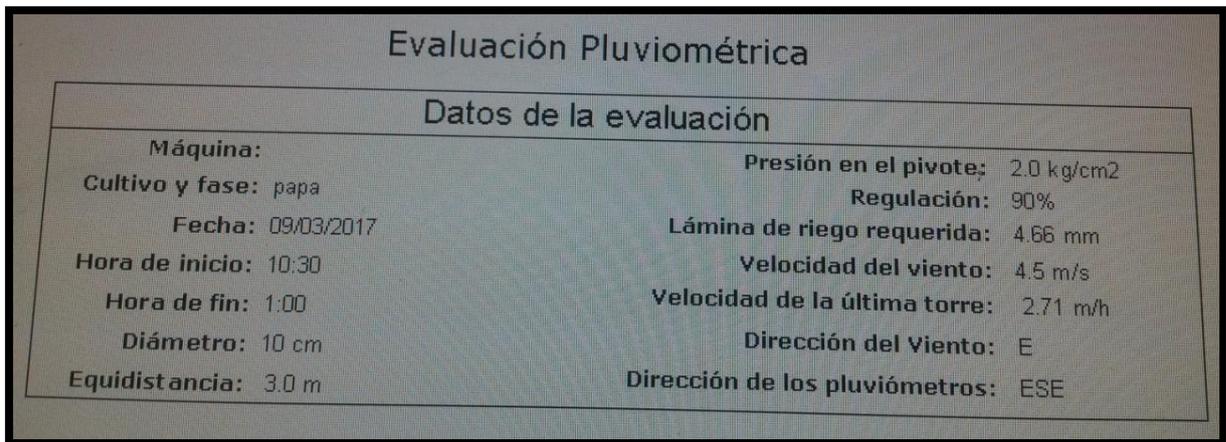
En las figuras siguientes se muestran los resultados de la pluviometría en el programa de computación Pluviopivot. Se pueden apreciar los volúmenes en cm3 (inferior izquierdo), la gráfica de altura del agua en cada pluviómetro, la de la media ponderado, la gráfica los valores ponderados y los datos de la evaluación, es decir, tipo de cultivo, máquina, fecha, hora de inicio y final, presión, dirección del viento, entre otros.

Figura No. 24: Programa de computación Pluviopivot



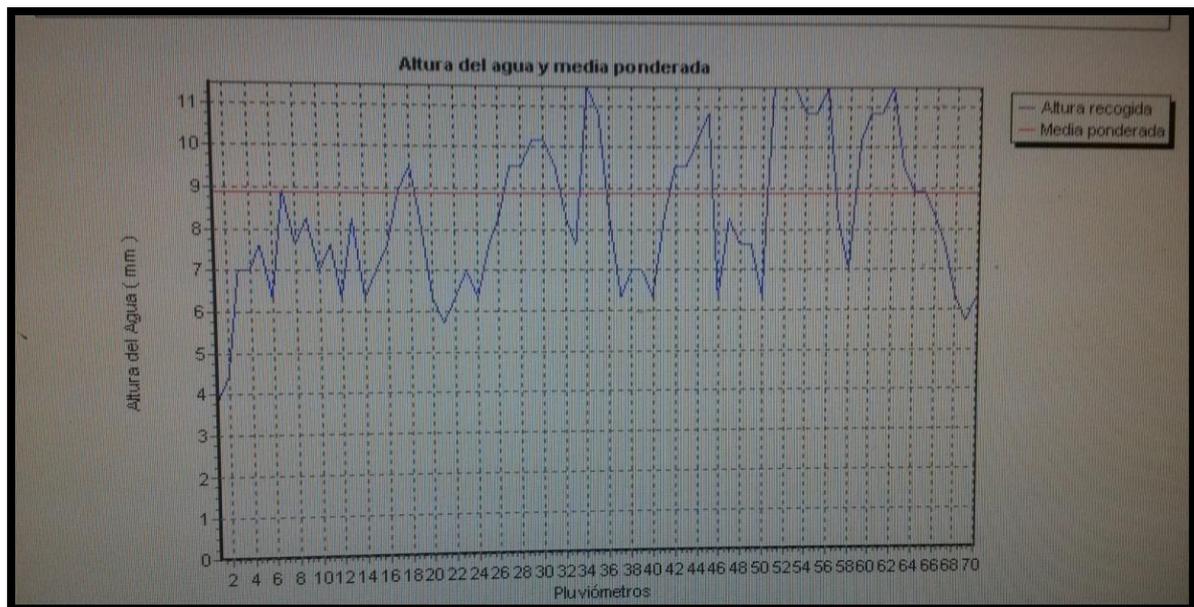
Fuente: Elaboración propia

Figura No. 25: Datos de la evaluación



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 26: Altura del agua y media ponderada



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 27: Parámetros calculados

Parámetros calculados	
Media Ponderado	8,892 mm
Media Ponderada del 25% menos regado	6,526 mm
Coefficiente de Variación Ponderado	21 %
Coefficiente de Uniformidad Ponderado	81,6 %
Uniformidad de la distribución ponderado	73,4 %

Fuente: Elaboración propia

Según Mbewe, Pacheco et al. (2012), el coeficiente de uniformidad se puede evaluar de excelente, bien, regular o mal como se muestra a continuación en la Tabla 7. La máquina de riego de pivote central sufrió una rotura en una de las transmisiones de las ruedas debido a los encharcamientos producidos por la máquina al regar el campo. La última torre se adelantaba a las demás torres impidiendo un correcto riego, mientras q otras de las ruedas se quedaban atascadas en el campo. Podemos decir que el riego realizado por la máquina del campo 330 de la UBPC-3 es regular.

Tabla No. 7: Evaluación del coeficiente de uniformidad

Evaluación	Campo 330
Excelente	90-100
Bien	80-90
Aceptable/Regular	70-80
Inaceptable/Mal	<70

3.4. Manejo de riego en el Campo 330 de la UBPC-3 “Jesús Menéndez”.

La Empresa Agropecuaria del Yabú tiene un total de 20 máquinas de riego instaladas en toda su extensión. La misma no presenta dificultades con el abasto de agua ya que cuenta con fuentes para abastecer las máquinas de pivotes

Para el año 2017 tiene un plan de 11,718 millones de m³ de agua para una energía total planificada de 2426.7MW, con un promedio de 207MW por cada millón de m³.

3.4.1. Aplicación del agua al cultivo.

En la Tabla No. 7 se aprecia la planificación de riego para el cultivo de la papa en el Campo de 330 de la UBPC-3, además del comportamiento de las normas de agua neta y en m³.

Se realizaron 16 riegos al cultivo, entre el 20 de diciembre del 2016 y el 21 de marzo del 2017.

Tabla No. 8: Aplicación del agua en el cultivo

Aplicación del agua en el cultivo				
Riego No.	Fecha	Norma neta	Norma (m³)	Por ciento
1	20-24/12/2016	61.40	614	20
2	28-30/12/2016	18.42	184.2	20
3	10-12/1/2017	18.42	184.2	20
4	15-18/1/2017	18.42	184.2	20
5	24-25/1/2017	18.42	184.2	20
6	28-29/1/2017	18.42	184.2	20
7	1-3/2/2017	18.42	184.2	20
8	7-9/2/2017	18.42	184.2	20
9	12-14/2/2017	18.42	184.2	20
10	16-18/2/2017	18.42	184.2	20
11	21-22/2/2017	18.42	184.2	20
12	27-28/2/2017	18.42	184.2	20
13	3-4/3/2017	18.42	184.2	20
14	8-9/3/2017	18.42	184.2	20

15	13-15/3/2017	18.42	184.2	20
16	19-21/3/2017	18.42	184.2	20

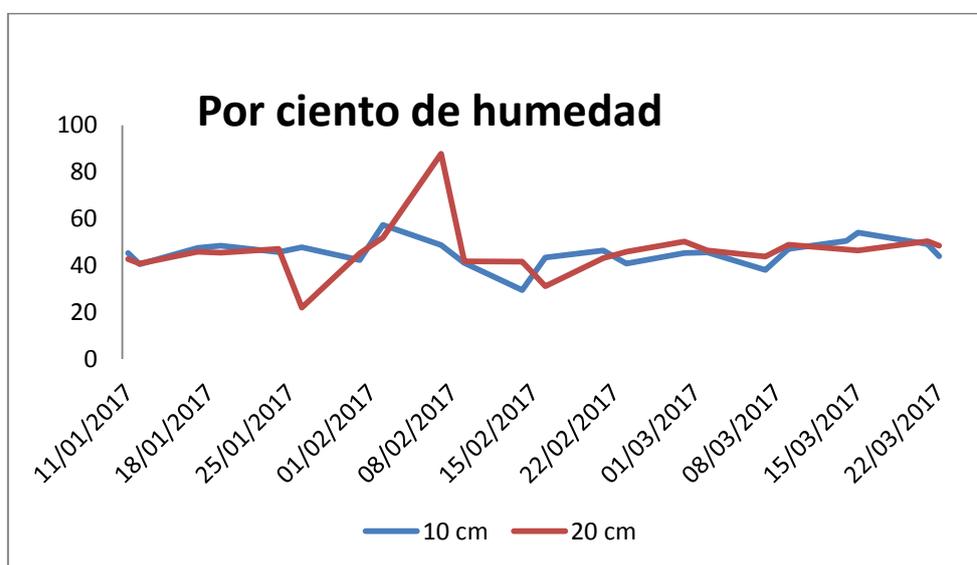
Fuente: Elaboración propia

3.5. Necesidades hídricas del cultivo

En la figura 28, se muestran los valores de humedad obtenidos en el Campo 330 de la UBPC–3 “Jesús Menéndez” a una profundidad de 0-20 cm y de 20-40 cm. Las muestras se tomaron dos días a la semana en los meses de enero, febrero y principios de marzo.

Durante el tiempo de medición se realizaron operaciones como la protección de fertilizantes, además de los herbicidas. Se pudo apreciar que, en lo que la máquina se demoraba en dar la vuelta a todo el campo, había una parte recién regada y otra seca o casi seca, ya que en la etapa de crecimiento del cultivo de la papa, en la otra parte del campo, se sembró frijol. Es muy importante referenciar la influencia que ejerce la radiación solar, el viento y las temperaturas sobre el suelo.

Figura No. 28: Por ciento de humedad



Fuente: Elaboración propia

3.5.1. Medición de la tensión de la humedad del suelo.

La tensión de humedad del suelo se determinó a partir de la utilización de tensiómetros que es el método indirecto para establecer la humedad y tensión. Los tensiómetros fueron colocados en el campo 330 de la UBPC 3 “Jesús

Menéndez” a diferentes profundidades en la tierra: 0-10 cm, 10-20 cm y 20-40 cm. Se abrió un orificio en el perfil del suelo con una barrena agrológica y se mantuvo en el campo durante 24 horas, luego fue recogida la tensión mostrada.

Los tensiómetros utilizados pertenecían al Taller de Riego de la Empresa Agropecuaria del Yabú, estos tensiómetros se han explotado por varios años en la unidad y al colocarlos en el campo se pudo apreciar el deterioro de estos, algunos que no funcionaban correctamente, razón por la cual no se refieren o utilizan los resultados en esta investigación.

Figura No. 29: Tensiómetro



Figura No. 30: Colocación de los tensiómetros en el campo



3.5.2. Consumo de agua

En la Tabla 8 se muestran los valores del agua aplicada al cultivo de la papa en el Campo 330.

Según Mbewe, Pacheco et al. (2012), la papa desarrollado necesita de 2750 a 3000 m³ de agua y la UBPC-3 aplicó 3377 m³, la cantidad de agua aplicada no esta tan alejada de este rango, ahorrándose un 20% de estepreciado líquido. Con solo 14 riegos hubieran sido suficientes para satisfacer las necesidades hídricas de la papa, ya que se aplicaron 377 m³. Se aplicó una norma de 422.15 m³ ha.

Por las características de los suelos del terreno estudiado, solo debe planificarse el riego necesario pues el mismo es proclive a encharcamientos y lavado del suelo.

Tabla No. 9: Agua aplicada al cultivo

Riego No.	Fecha	Norma en m ³
1	20-24/12/2016	614
2	28-30/12/2016	184.2
3	10-12/1/2017	184.2
4	15-18/1/2017	184.2
5	24-25/1/2017	184.2
6	28-29/1/2017	184.2
7	1-3/2/2017	184.2
8	7-9/2/2017	184.2
9	12-14/2/2017	184.2
10	16-18/2/2017	184.2
11	21-22/2/2017	184.2
12	27-28/2/2017	184.2
13	3-4/3/2017	184.2
14	8-9/3/2017	184.2
15	13-15/3/2017	184.2
16	19-21/3/2017	184.2
Total		3377

Fuente: Elaboración propia

3.6. Comportamiento del rendimiento de la papa en la UBPC-3 “Jesús Menéndez”; campo 330

3.6.1. Análisis de laboratorio de campo 330, de la UBPC-3

En el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de la provincia de Villa Clara, ubicada en la Carretera a Maleza km 2½, Santa Clara, se le realizó un análisis de laboratorio al campo 330, para conocer si estaba apto para la siembra de la papa. La fecha de entrada fue 17 de noviembre del 2016 y la fecha de salida el 24 de noviembre del 2016.

Se pudo determinar que en el campo 330, anteriormente, se había sembrado boniato, a partir de los resultados de los análisis en este campo, solo se pudieron sembrar 8 ha de papa.

Las muestras se analizaron en las especialidades siguientes:

- Entomología:

La muestra para el análisis fue entregada el 17 de noviembre del 2016 y recogida el mismo día. El informe arrojó como resultado que la muestra analizada era negativa. Se observaron pequeños daños, pero el síntoma que presentaba la muestra no se correspondía a un ataque de Tetuán.

- Micología:

La muestra fue entregada el 17 de noviembre del 2016 y recogida el día 22 de noviembre del 2016. Se realizaron 3 análisis, con una estadía de 5 días, no detectándose patógenos fúngicos.

- Bacteología:

Se entregó una muestra y se le realizaron 3 análisis con una estadía de 6 días, la fecha de entrega fue el 17 de noviembre del 2016 y se recogieron el 24 de noviembre del 2016; dio positiva la muestra, se detectó el patógeno bacteriano *Erwinachrysantum* causante de pudrición húmeda en diferentes cultivos.

Las principales recomendaciones fueron:

Eliminar los tubérculos afectados.

Laboreo del suelo para próxima siembra.

No sembrar en esa área boniato, papa y malanga, ya que este patógeno puede perdurar en el suelo por largos períodos de tiempo, así como también en los restos de cosecha.

3.6.2. Carta tecnológica.

La Tabla 9 muestra la Carta tecnológica o ficha de costo de la papa donde se aprecian las labores realizadas al suelo antes de la siembra de la papa, así como los equipos empleados y el costo de todas estas operaciones.

Tabla No. 10: Carta Tecnológica de la papa

LABOR	No.	Equipo	Implem.	Costo	CONSUMO MATERIAL			Gastos totales
					Serv	Mat.	Cant.	
Rotura	1	T150K	AT 90	157,12			0,00	157,12
Subsular	1	T150K	Subsulador	109,18			0,00	109,18
Cruce	1	T150K	AT 90	143,12			0,00	143,12
Nivelar	1	T150K	LandPlane	105,64			0,00	105,64
Recruce	1	T150K	AT 90	143,12			0,00	143,12
Escarificar	1	T150K	Tiller	105,64			0,00	105,64
Pase Grada I	1	T150K	Picadora	105,64			0,00	105,64
Surque y Fertilización	1	YUNZ	Surcador Fert TUSA	76,60	NPK (Ton)	1,49	1862,50	2025,93
Siembra	1	YUNZ	TR-4	53,33	Semilla (Ton)	2,6	6500,00	7942,64
Tape de Semilla	1	YUNZ	Retapador	58,55			0,00	58,55
Cultivar y Fertilizar	1	YUNZ	Fertilizador TUSA	76,60	Urea (Ton)	0,22	303,60	467,03
Aplicación de Herbicida	4	YUNZ	Fumigador a TUSA	916,24	Anexo 1		1189,19	2105,43
Cultivo	2	YUNZ	Cultivador 5 Cuerpo	147,04			0,00	147,04
Mecanizado Riego	16	Maquina	Pivote Central		Agua (m3)	6000	108,00	721,72
					Energía (KW)	5120	1382,40	1382,40
Chapea Mecanizada	1	YUNZ	Chapeador a	57,44			0,00	57,44
Saque	1	YUNZ	C/4cuerpos	147,04			0,00	147,04
Resaque	2	YUNZ	C/4cuerpos	147,04			0,00	147,04
Diagonal	1	YUNZ	C/4cuerpos	147,04			0,00	147,04
Cosecha					Sacos	489	684,60	1412,60
Estibar							0,00	201,00

Transporte	YUNZ	Carreta	108,00	0,00	108,00
Transporte de Personal		Serv recibidos	130,00		130,00
SUBTOTAL			2777,26	12030,29	18070,36

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Atenciones al cultivo

En las tablas 10 y 11, se muestran la aplicación de fertilizantes, herbicidas y la protección fitosanitaria realizada al campo 330. Estos datos fueron tomados de la libreta de campo donde se registran todos los datos de las labores que se realizan al campo.

Tabla No. 11: Aplicación de fertilizantes y herbicidas.

Aplicación de herbicidas		
Producto	Fecha	Dosis (L ; Hg/ha)
Gesagard	7/1/2017	3
Gesagard	7/1/2017	2,5
Agril	2/3/2017	1
Aplicación de fertilizantes		
Número de sacos	Por ciento	Fecha
28	20	29/1/2017
1	30	3/2/2017
7	50	9/2/2017
16	20	18/2/2017

Fuente: Libreta de campo

Tabla No.12: Protección Fitosanitaria

Protección fitosanitaria				
Producto	Fecha	Dosis (L;Hg/ha)	Manual (ha)	Mecanizado (ha)
Tirchograwa	6/1/2017	25	8	-----
Trichodema	10-10/1/2017	8	-----	8

Bb+Bt+LI	15-18/1/2017	2	-----	8
Tirchograwa	19/1/2017	25	8	-----
Tirchograwa	25/1/2017	25	8	-----
Bb+Bt+LI	26/1/2017	2	8	-----
Bb+Bt+LI	30/1/2017	2	-----	8
Dormucio	6/2/2017	2,5	-----	8
Maucozeb	1/2/2017	0,5	-----	8
Folpán	10/2/2017	2,5	-----	8
Domark	14/2/2017	1	-----	8
Dilaw	14/2/2017	0,75	-----	8
B1 Truku	14/2/2017	0,04	-----	8
Regulox	14/2/2017	0,3	-----	8
Cosmos	20/2/2017	3	-----	8
Opera	25/2/2017	-----	-----	8
Adenón	2/3/2017	1	-----	8
Antracol	6/3/2017	2	-----	8
Ababco	6/3/2017	0,75	-----	8

Rendimiento

En el campo 330 de la UBPC-3, se destinaron 8 ha de para la siembra de la papa, la fecha de siembra fue el 27 de diciembre del 2016 y se cosechó el 28 de abril del 2017. La variedad de semilla empleada fue Ultra, importada desde Holanda. La papa en este campo tuvo un rendimiento de 30,62 t/ha. Con respecto a la campaña anterior hubo un mayor rendimiento ya que en el 2017 hubo más áreas sembradas. El destino de esta producción está dirigido a la Unidad Básica Empresarial ACOPIO Santa Clara, la Empresa Comercializadora UEB ACOPIO, la UEB Comercializadora en divisas AGROTUR y el auto consumo.

CONCLUSIONES

- Las temperaturas, las precipitaciones y el viento no fueron significativos para el cultivo.
- Los resultados obtenidos de la pluviometría marcaron una media ponderado de 6.526 mm, con un coeficiente de uniformidad ponderado de 81.6 %.
- El rendimiento del campo 330, de la UBPC-3 fue de 30,62 t/ha, a pesar de los percances, la entidad obtuvo una mayor producción que la del año anterior.
- Las necesidades hídricas del cultivo muestran que con solo 14 riegos es suficiente para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo.
- La UBPC-3 aplicó un total de 3377 m³, es decir , 422.125 m³ ha

RECOMENDACIONES

- Socializar los resultados de esta investigación con el propósito de sistematizar la práctica en otros campos de la empresa.
- Realizar estudios similares a otras viandas y hortalizas con el fin de mejorar el rendimiento de las cosechas y manejo de los cultivos.
- Comprar tensiómetros nuevos para el control de la humedad de los cultivos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

14049, N. (2011). TECNICAS DE RIEGO - INTENSIDAD DE APLICACIÓN DE AGUA - PRINCIPIOS DE CÁLCULO Y MÉTODOS DE MEDIDA. Habana Oficina Nacional de Normalización

Abreu, B. M. (2015). Evaluación de la realización del riego en el cultivo del frijol en la UBPC-3 "Jesús Menéndez". Ingeniería Agrícola. Santa Clara, Universidad Central de las Villas.

Allen, R. G., et al. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, FAO.

Autores, C. d. (2006). Riego y Drenaje. Habana, Félix Valera.

Bonet, C., et al. (2012). "Coeficiente de evaporímetro para la programación del riego." Ingeniería Agrícola **2**(1): 24-27.

Cabot, A. (2015). "El mundo se rinde ante la papa." 2015, from: <http://www.freshplaza.es>.

Castellanos, R. D. (1995). Tubérculos, leguminosas y raíces alimentarias. Bogotá.

Catalejo (2015). "Alegato por la papa." Granma.

Chaterlán, Y., et al. (2002). "Distribución espacial de la evaporación de referencia en Cuba." Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias **11**(1): 67-70.

Clavelo, B. (2003). Informe de estancia de la campaña agrícola 2002-2003 en la UBPC # 3, "Jesús Menéndez" perteneciente a la Empresa de Cultivos Varios del Yabú. Ciencia Agropecuarias. Santa Clara Universidad Central de las Villas

Deloje, M. R., H. (1974). El riego. Habana Instituto Cubano del Libro.

Dueñas, D., et al. (1981). El riego. Habana Pueblo y Educación.

Europea, U. (2015). Riego del cultivo de la patata. España, Agrotec.

FAO (2015). "CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE PAPA EN PERÚ."

Gómez, P. (1974). La técnica y la tecnología del riego por aspersión. Madrid.

González, F., et al. (2012). "Base de datos sobre necesidades hídricas." Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias **21**(2): 42-47.

El ordenamiento y accesibilidad a la información sobre régimen hídrico de los principales cultivos agrícolas resulta de gran impacto económico social ya que la misma permite la definición de la función agua rendimiento y la productividad del agua como herramientas eficientes en el planeamiento, diseño y operación del suministro de agua a los cultivos. Este trabajo se trazó como objetivo obtener a partir de la recopilación y tabulación de los resultados experimentales existentes en el Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), una base de datos sobre necesidades hídricas de algunos cultivos de interés agrícola. La base de datos comprende la información experimental de 1971 hasta 2009, más de 22 cultivos, cinco tipos de suelos, con diferentes técnicas de riego y un rango amplio de tratamientos de riego. Así como las variables: evaporación, consumo de agua, rendimientos, número de riegos, agua aplicada por riego, precipitaciones reportadas, lluvia aprovechable. Esta base de datos permitirá en etapas posteriores determinar para cultivos de interés su potencial de producción, así como la productividad agronómica del agua y el factor de respuesta del rendimiento como expresión de la función agua rendimiento; contribuyendo a la definición de estrategias que den respuesta al problema de la escasez de agua y a la seguridad alimentaria a un costo ambiental más bajo. Se programó la base de datos para su colocación en la página WEB del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric) como parte del sistema de asesoramiento al regante y su consulta por parte de todos los usuarios interesados.

González, F., et al. (2011). "Respuesta de los cultivos al déficit hídrico." Ingeniería Agrícola **1(2)**: 34-40.

González, F. H., J.; Hernández, O.; López, T.; Cid, G. (2012). "Base de datos sobre necesidades hídricas." Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias **21(2)**: 42-47.

González, P. A. R., R. CAPÍTULO XV. EL RIEGO EN CUBA.

Guerra, R. (1969). Riego por aspersión Habana, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

INEI (2016). "Agricultura en Cuba".

INTA (2015). "Producción de papa en las Américas".

Jiménez, E. R., et al. (2011). "Parámetros de explotación y uniformidad de riego en la máquina de pivote central OTECH-IRRIMEC " Ingeniería Agrícola **1(1)**: 7-12.

López, M., et al. (1995). Raíces y Tubérculos. Habana, Pueblo y Educación.

Lopez, R. (2016) Actualidad de la producción mundial del cultivo de papa

Lopéz, R. M., S. (1989). Fitotecnia de la papa. Santa Clara, Villa Clara, Universidad Central de las Villas

Martín-Beneto, J. M. (2005). El riego por aspersión y su tecnología Madrid, Mundi-Prensa.

Mbewe, T. J., et al. (2012). Programación del riego en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*), por los métodos agrometeorológicos en la Empresa Agropecuaria "Valle del Yabú". Departamento de Agronomía. Santa Clara, Universidad Central de las Villas.

Montaldo, A. (1991). Cultivo de raíces y tubérculos. Costa Rica.

ONEI (2015). Anuario Estadístico de Cuba 2015. La Habana, Cuba, Oficina Nacional de Estadísticas e Información.

ONEI (2016). "Agricultura no cañera." 2016.

Ouazaa, S. (2015). Desarrollo de modelos de riego por aspersión en cobertura total y pivote central

Pedrozo, D. (2016). "El mundo de la papa."

Peréz, A. P., J. (2009). Manejo del riego en la papa (*Solanum tuberosum Sw.*) con máquina de pivote central, en la UBPC- 2 perteneciente a la Empresa de Cultivos Varios "Valle del Yabú". Departamento de Agronomía. Santa Clara universidad Central de las Villas

Poirée, M. O., Ch. (1965). El regadío. Habana Instituto Cubano del Libro.

Rolland, L. (1986). Mecanización del riego por aspersión, FAO.

Román, M. H., G. (2002). Guía papa, CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL, EL SALVADOR.

Roque, R., et al. (2013). "Eficiencia en el uso del agua de riego en el cultivo de la papa (*solanum tuberosum L.*) en el occidente de Cuba." Ingeniería Agrícola **3**(3): 3-7.

Tarjuelo, J. M. (2005). El riego por aspersión y su tecnología. Madrid, Mundi-Prensa.

Tornés, N., et al. (2009). "Evaluación de la calidad del riego en máquinas eléctricas de pivote central del modelo o tipo Ballama." Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias **8**(1): 59-63.

Valiente, M. (2008). SISTEMAS AUTOPROPULSADOS. EL PIVOTE FRENTE AL LATERAL DE AVANCE FRONTAL Albacete, España, UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

Vegetal, C. N. d. S. (2005). Programa de defensa fitosanitaria para el cultivo de la papa. Habana, Ministerio de la Agricultura.

ANEXOS

Anexo I

Tabla 1. Resultados del porcentaje de humedad

Porcentaje de humedad		
Fecha	10 cm	20 cm
11/01/2017	45,411	42,777
12/01/2017	40,535	40,825
17/01/2017	47,475	45,9
19/01/2017	48,499	45,509
24/01/2017	45,725	47,185
26/01/2017	47,801	21,955
31/01/2017	42,39	45,239
02/02/2017	57,31	51,965
07/02/2017	48,72	87,849
09/02/2017	41,174	41,786
14/02/2017	29,46	41,7
16/02/2017	43,455	31,156
21/02/2017	46,495	43,23
23/02/2017	40,825	45,945
28/02/2017	45,401	50,324
02/03/2017	45,691	46,475
07/03/2017	38,188	43,845
09/03/2017	47,107	48,955
14/03/2017	50,536	46,805
15/03/2017	54,155	46,455
21/03/2017	49,1785	50,402
22/03/2017	43,963	48,548

Anexo II

Tabla 2. Gastos necesarios

FICHA DE GASTOS NECESARIOS			
ENTIDAD: UBPC JESUS MENENDEZ			
CAMPAÑA: 2016-2017		Fecha de solicitud:	
PROPÓSITO: PAPA			
GASTOS DE INVERSIÓN	Efectivo	Suministros	Total
ROTURACIÓN		2.849,32	2.849,32
CRUCE - RECRUCE		5.148,96	5.148,96
GRADAS		1.784,00	1.784,00
MARQUE Y RESURQUE		4.172,00	4.172,00
SIEMBRA	7.000,00	2.000,00	9.000,00
TRANSPORTACIÓN DE ESQUEJE		1.800,00	1.800,00
LIMPIA MANUAL	700,00		700,00
LIMPIA MECANIZADA		2.800,00	2.800,00
SEMILLAS Y POSTURAS		122.000,00	122.000,00
CULTIVO	500,00		500,00
FERTILIZACIÓN	20.000,00	40.000,00	60.000,00
APLICACIÓN DE HERBICIDAS	11.000,00	40.400,00	51.400,00
ATENCIÓN FITOSANITARIA	7.286,00	10.947,36	18.233,36
RIEGO DE AGUA	10.000,00	15.000,00	25.000,00
MANTENIMIENTO	12.000,00	12.549,72	24.549,72
TOTAL	68.486,00	261.451,36	329.937,36

Anexo III

Tabla 3. Datos meteorológicos de enero

Día	Tx	Tn/	T	Hrx/	Hrn/%	Hr	Lluvia	T Sup.	D satur.	Viento
	/°C	°C	media	%		media	/mm	suelo	medio	Medio
1	29,2	18,6	23,3	98	49	84	0		4,1	5,9
2	30	21,7	24,7	97	55	83	0		4,6	7,5
3	31,1	21	24,8	97	45	81	0		5,2	2
4	31,4	19,4	24,4	99	38	81	4		5,5	1,4
5	31,2	19,2	23,8	97	40	84	8,6		4,3	1,1
6	30,8	19,7	24,1	99	41	82	0		5,1	1,3
7	31,3	18,4	23,1	99	44	82	1.6		5,3	2,6
8	23,1	16,5	19,5	96	56	77	0		4	11,1
9	22,5	15,6	18,8	72	44	57	0		7,3	10,5
10	22,2	15,3	18	88	45	76	0.1		3,8	8,4
Suma Dec	282,8	185,4	224,5	942	457	787	14,3		49,2	51,8
11	24.3	16.1	19.3	98	63	84	0,5		2.9	4.5
12	26	17,4	20,7	98	62	84	0,1		3,4	6,8
13	26.1	16.0	20.7	97	47	80	0.4		4.1	7.5
14	26,2	17,1	21	98	47	78	0		4,8	5,3
15	26.3	16.3	20.7	98	48	78	0		4.7	5.8
16	27,4	17,6	21,6	97	61	82	0		3,9	7,6
17	27.6	18.8	22.7	98	57	81	0		4.4	6.5
18	28,3	16,6	21,8	100	41	78	0		5,3	1,8
19	28,9	14,3	20,7	100	38	77	0		5,6	2,1
20	28,7	15,4	21,6	97	36	73	0		6,6	1.0
Suma Dec	269,8	165,6	210,8	981	500	795	1.0		45,7	48,9
21	29.6	15.1	22.2	96	42	74	0		6.5	2.4
22	30.8	18.1	23.5	96	36	74	0		6.8	4.6
23	27.4	17.8	23.3	96	36	70	3.8		6.9	13.5
24	27	15,4	20,2	93	50	73	0		5,5	2,3
25	29.0	13.7	20.6	98	36	75	0		6.2	1,5
26	30.9	14.5	21.6	96	38	75	0		6.4	1.6
27	30.0	15.3	22.4	100	35	73	0		7.1	1.4
28	29,1	15,4	21,7	98	54	81	1,5		4,6	2
29	29.6	16.7	22.0	98	41	82	1.1		4.8	6.6
30	21.7	17.7	19.4	99	50	78	0		3.9	4.0
31	23.8	14.6	19.1	100	53	75	0		4.6	3.3
Suma Dec	308,9	174,3	236	1060	481	830	6,4		63,3	43,2
Prom.Dec.	28,1	15,8	21,5	96	44	75			5,8	3,9
Suma Mes	861,5	525,3	671,3	2983	1438	2412	21,7		158,2	143,9
Prom Mes	27,8	16,9	21,7	96	46	78			5,1	4,6

Tabla 4. Datos meteorológicos de febrero.

Día	Tx	Tn/	T	Hrx/	Hrn/%	Hr	Lluvia	T	D	Viento
	/°C	°C	media	%		media	/mm	Sup. suelo	satur. medio	Medio
1	26,7	15,6	20,7	100	57	83	0.0		3,8	3.0
2	27.8	17.0	21.6	99	53	85	0.0		3.7	6.9
3	25.0	18.1	21.5	99	74	93	7,2		1.5	7.3
4	24.4	20.7	22.2	100	75	92	7.1		1.6	9.5
5	27,8	19,1	22,6	98	60	86	0.0		3,4	7.0
6	28.3	17.7	22.4	98	47	84	0.0		4.0	9.4
7	30,7	18,8	23,4	100	44	83	2,6		4,7	2,8
8	30.7	18.3	23.5	100	38	78	0.0		6.4	2.4
9	31,5	17,7	23,3	98	38	76	0.0		6,5	2,4
10	28.1	18.9	22.7	99	63	84	0.0		4.0	11.0
Suma Dec	281	181,9	223,9	991	549	844	16,9		39,6	61,7
11	27.2	16.0	21.3	99	44	75	0.0		5.8	10.8
12	27.4	14.8	20.4	100	42	77	0.0		5.5	6.5
13	26,7	14,9	20,1	100	45	77	0.0		5,2	3,8
14	29.7	13.8	21.2	98	25	68	0.0		8.0	2.5
15	29.7	14.8	21.9	99	35	75	0.0		6.8	8.6
16	28.7	19.2	22.7	99	54	88	14.8		3.1	8.5
17	27,6	20,2	23,1	100	55	86	0,9		3,4	1,3
18	29.5	20.3	23.8	98	50	82	0.0		5.0	4.3
19	31.4	17.9	23.5	100	35	73	0.0		7.6	3.3
20	28.8	18.2	22.5	100	47	78	0.0		5.5	6.8
Suma Dec	286,7	170,1	220,5	993	432	779	15,7		55,9	56,4
21	26,8	15,3	20,2	100	46	78	0.0		4,8	5,1
22	24.9	16.1	19.6	98	70	92	5.4		1.6	5.3
23	27.6	17.5	21.3	98	41	75	0.0		5.5	10.4
24	30.0	17.7	22.9	99	41	73	0.0		6.8	8.5
25	30,4	17,5	23,3	100	41	76	0.0		6,6	4.0
26	29.7	18.6	24.0	99	50	81	0.0		5.2	6.9
27	29.4	19.5	24.2	100	41	81	0.0		5.2	13.0
28	29.5	20.0	24.0	99	47	81	0.0		5.1	13.5
Suma Dec	228,3	142,2	179,5	793	388	637	5,4		40,8	66,7
Prom.Dec.	28,5	17,8	22,4	80	49	80			5,1	8,3
Suma Mes	796.0	494,2	623,9	2260	1369	2260	38.0		136,3	184,8
Prom Mes	28,4	17,7	22,3	81	49	81			4,9	6,6

Tabla 5. Datos meteorológicos de marzo

Día	Tx	Tn/	T	Hrx/	Hrn/%	Hr	Lluvia	T	D	Viento
	/°C	°C	media	%		media	/mm	Sup. suelo	satur. medio	Medio
1	31.5	20,5	24,6	100	46	82	0		5,2	9,1
2	32.0	19.2	24.9	99	43	78	0		6.2	4.3
3	30.2	21,3	24,6	100	48	80	0.1		5.4	7.6
4	25.4	19.8	22,2	98	69	88	7.8		2.5	21.9
5	21,3	18,6	20.0	97	77	89	2,7		2.0	17,9
6	25.6	17.6	21.2	98	51	75	0		5.2	19.5
7	27.1	17.5	21.5	99	46	78	0		5.0	13.3
8	27.2	16.0	21.2	100	55	79	0		4.7	11.0
9	27,6	16,5	21,7	99	48	79	0		5,1	8,5
10	29.2	15.9	21.6	98	44	80	0		5.0	7.5
Suma Dec	277,1	182,9	223,5	988	527	808	10,6		46,3	120,6
11	28.3	15.6	21.8	100	44	76	0.0		5.8	8.4
12	30.2	17.3	22.8	100	45	80	0.0		5.3	8.8
13	31,4	19,9	24,9	98	31	74	0.0		7,6	4,1
14	31.7	20.4	23.9	98	34	82	7.7		5.0	7.9
15	24.1	15,2	20.4	90	47	72	0.0		5.3	8.5
16	23.7	13.2	18.4	100	51	74	0.0		4.9	7.9
17	23,1	15.0	19,2	88	47	68	0		5,8	9.0
18	23.0	15.3	19.7	96	62	80	0.0		3.7	8.0
19	27.2	15.0	21.1	100	48	77	0.0		5.4	7.6
20	28.0	14.5	19.9	97	49	77	0.0		4.9	6.5
Suma Dec	270,7	161,4	212,1	967	458	760	7,7		53,7	76,7
21	26,4	15,4	20,2	99	43	71	0.0		6,1	6,5
22	27.8	13.3	20.2	98	38	72	0.0		6.3	5.9
23	26.0	15.4	20.6	99	41	75	0.0		5.6	9.3
24	27.0	16.8	21.9	99	50	78	0.0		5.2	13.5
25	26,7	17,8	22	99	56	82	0,8		4,3	10,4
26	27.9	17.6	22.2	99	54	81	0.0		4.7	9.4
27	29.4	17.0	22.1	100	46	79	0.0		5.3	8.8
28	28.4	16.9	22.2	100	47	77	0.0		5.9	7,3
29	29.5	17.2	22.4	99	35	73	0.0		7.0	8.4
30	31.6	17.5	23.7	98	28	71	0.0		8.4	5.1
31	32.3	16.9	24.0	99	36	72	0.0		8.2	2.5
Suma Dec	313	181,8	214,5	1089	474	831	0,8		67.0	87,1
Prom.Dec.	28,5	16,5	22	99	43	76			6,1	7,9
Suma Mes	860,8	526,1	677,1	3044	1459	2399	19,1		167	284,4
Prom Mes	27,8	17	21,8	98	47	77			5,4	9,2

Tabla 6. Datos del balance hídrico de enero

Dia	KC	CC	PMP	Da	ADT	Rr (mm)
2	0,4	54	29,7	1,36	462,672	1,224
3	0,4	54	29,7	1,36	462,672	1,104
4	0,4	54	29,7	1,36	462,672	-1,976
5	0,4	54	29,7	1,36	462,672	1,116
6	0,4	54	29,7	1,36	462,672	1,056
7	0,4	54	29,7	1,36	462,672	-0,072
8	0,4	54	29,7	1,36	462,672	1,196
9	0,4	54	29,7	1,36	462,672	1,2
10	0,4	54	29,7	1,36	462,672	0,94
11	0,4	54	29,7	1,36	462,672	0,664
12	0,4	54	29,7	1,36	462,672	1,072
13	0,4	54	29,7	1,36	462,672	0,84
14	0,4	54	29,7	1,36	462,672	1,116
15	0,4	54	29,7	1,36	462,672	1,216
16	0,4	54	29,7	1,36	462,672	1,224
17	0,75	54	29,7	1,36	578,34	1,29
18	0,75	54	29,7	1,36	578,34	2,1225
19	0,75	54	29,7	1,36	578,34	2,115
20	0,75	54	29,7	1,36	578,34	2,3325
21	0,75	54	29,7	1,36	578,34	2,4375
22	0,75	54	29,7	1,36	578,34	2,355
23	0,75	54	29,7	1,36	578,34	-0,5575
24	0,75	54	29,7	1,36	578,34	2,7825
25	0,75	54	29,7	1,36	578,34	1,2375
26	0,75	54	29,7	1,36	578,34	2,205
27	0,75	54	29,7	1,36	578,34	2,205
28	0,75	54	29,7	1,36	578,34	1,1475
29	0,75	54	29,7	1,36	578,34	1,415
30	0,75	54	29,7	1,36	578,34	2,3625
31	0,75	54	29,7	1,36	578,34	2,2725

Tabla 7. Balance hídrico febrero

KC	CC	PMP	Da	ADT	Rr
0,72	54	29,7	1,36	578,34	2,2176
0,72	54	29,7	1,36	578,34	2,7792
0,72	54	29,7	1,36	578,34	-3,1896
0,72	54	29,7	1,36	578,34	-3,2752
0,72	54	29,7	1,36	578,34	2,6784
0,76	54	29,7	1,36	578,34	2,0824
0,76	54	29,7	1,36	578,34	-0,028
0,76	54	29,7	1,36	578,34	2,6904
0,76	54	29,7	1,36	578,34	2,0596
0,76	54	29,7	1,36	578,34	2,4396
0,76	54	29,7	1,36	578,34	2,4092
0,76	54	29,7	1,36	578,34	2,812
0,76	54	29,7	1,36	578,34	2,622
0,76	54	29,7	1,36	578,34	2,3788
0,76	54	29,7	1,36	578,34	2,584
0,8	54	29,7	1,36	578,34	-8,84
0,8	54	29,7	1,36	578,34	2,776
0,8	54	29,7	1,36	578,34	3,112
0,8	54	29,7	1,36	578,34	2,256
0,8	54	29,7	1,36	578,34	2,408
0,8	54	29,7	1,36	578,34	2,776
0,8	54	29,7	1,36	578,34	-1,176
0,8	54	29,7	1,36	578,34	2,952
0,8	54	29,7	1,36	578,34	3,272
0,8	54	29,7	1,36	578,34	3,624
0,9	54	29,7	1,36	578,34	3,987
0,9	54	29,7	1,36	578,34	3,861
0,9	54	29,7	1,36	578,34	3,438

Tabla 8. Balance hídrico de marzo

KC	CC	PMP	Da	ADT	Rr
0,9	54	29,7	1,36	578,34	2,943
0,9	54	29,7	1,36	578,34	3,357
0,9	54	29,7	1,36	694,008	3,16
0,9	54	29,7	1,36	694,008	-2,442
0,9	54	29,7	1,36	694,008	1,782
0,9	54	29,7	1,36	694,008	3,681
0,9	54	29,7	1,36	694,008	3,483
0,9	54	29,7	1,36	694,008	3,645
1,1	54	29,7	1,36	694,008	3,487
1,1	54	29,7	1,36	694,008	3,751
1,1	54	29,7	1,36	694,008	4,301
1,1	54	29,7	1,36	694,008	4,576
1,1	54	29,7	1,36	694,008	4,477
1,1	54	29,7	1,36	694,008	-1,595
1,1	54	29,7	1,36	694,008	5,17
1,1	54	29,7	1,36	694,008	4,928
1,1	54	29,7	1,36	694,008	4,884
1,1	54	29,7	1,36	694,008	5,038
1,2	54	29,7	1,36	694,008	5,568
1,2	54	29,7	1,36	694,008	5,832
1,2	54	29,7	1,36	694,008	5,748
1,2	54	29,7	1,36	694,008	5,916
1,2	54	29,7	1,36	925,344	6,096
1,2	54	29,7	1,36	925,344	5,744

Figura 1. Plan del consumo de agua de la Empresa.

EMP. AGRIC. YAGU UEB INT. SERV.
CALLE BARR. EL 4/11-5m CMA-VC
MINAGRI

2017
Cantidad
A-Gdr J

1	PAPA	ha	47.0	A	4500	560							
2	PLATAN	"	50.0	G	21870	24300	A-Gdr	✓	S-Gdr	0.264	0.128		0.026
3	Melón	"	12.1	G	11700	25400	"	✓	"	1.215	0.315	0.300	0.300
4	O. Vds	"	121.2	A	5000	6250	"	✓	"	0.302	0.030	0.071	0.071
5	TOMATE	"	34.7	A	4200	5250	"	✓	"	0.757	0.171	0.171	0.184
6	O. HORT	"	128.0	A	5000	6250	"	✓	"	0.181	0.157	0.052	0.054
7	BERNOS	"	120.0	A	2800	3540	"	✓	"	0.799	0.198	0.198	0.198
8	ARROZ	"	31.0	G	9000	13925	"	✓	"	0.420	0.129	0.130	0.045
							"	✓	"	0.432	0.057	0.192	0.183

Figura 2. Plan energético de la Empresa

UEB INT. SERVICIOS
AREA RIEGO

PLAN ENERGIA ELÉCTRICA 2017

UM: MW

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1- Lad. Nuevo	89.8	85.4	60.0	57.0	48.6	48.6	48.6	43.2	45.6	45.6	66.0	80.4	718.8
2- Lad. Viejo	12.1	12.1	13.1	11.2	10.0	10.0	9.2	9.9	9.0	8.0	8.0	10.5	122.7
3- PAVANAYOS	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	10.0	37.5
4- ESPERANZA	135.0	133.0	133.0	126.0	126.0	117.0	118.0	110.0	117.0	115.0	119.0	129.0	1488.0
5- Tula Riego	5.5	5.0	5.0	4.8	5.0	4.8	5.0	5.0	4.8	5.0	4.8	5.0	39.7
TOTAL	244.9	238.0	213.6	201.5	192.1	182.9	183.3	180.2	176.9	176.1	200.3	234.9	2426.7

