

## Biomasa acumulada de cinco materiales genéticos de papa *Solanum tuberosum* en dos localidades de Trujillo, Venezuela

Biomass accumulation of five potato *Solanum tuberosum* genetic materials in two locations of Trujillo state, Venezuela

I. Quintero<sup>1</sup>, R. Álvarez<sup>1</sup>, J. Zambrano<sup>1</sup>, M. Maffei<sup>1</sup>, A. Valera<sup>1</sup>, W. Materano<sup>1</sup>, N. Meza<sup>2</sup>, A. Angulo<sup>3</sup> y M. Delgado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Trujillo, Venezuela. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Pampanito. Trujillo, Venezuela. <sup>3</sup>Técnico Superior Agrícola, libre ejercicio de la profesión.

### Resumen

Se realizó un análisis de crecimiento de los clones de papa (*Solanum tuberosum*) 363258-44, 393180-10, 393194-1, 392639-1 y Andinita, en Marajabú (2100 msnm) y el Páramo de Cabimbú (2817 msnm) en Trujillo, Venezuela con el objetivo de recabar información de los materiales "elegibles". Se determinó la biomasa en hojas, tallos, estolones, tubérculos, total e índice de cosecha. En Marajabú el rango de valores de biomasa total (161-262 g), tallos (48,50-60,75 g), hojas (15,17-28,58 g), estolones (4,02-5,25 g), tubérculos (106-173 g) e índice de cosecha (62-74%) fueron menores a los alcanzados en Cabimbú para las mismas variables (220-286 g), (19,30-32,05 g), (58,1-73,1 g), (5,36-5,95 g) (156-200 g) y (58-76%). En ambas localidades 393180-10 363258-44 y 323639-1 mostraron mayor eficiencia en la acumulación y distribución de biomasa hacia los tubérculos. **Palabras clave:** Biomasa, índice de cosecha, crecimiento.

### Abstract

A growth analysis of the potato (*Solanum tuberosum*) clones 363258-44, 393180-10, 393194-1, 392639-1 and Andinita, in Marajabú (2100 masl) and Cabimbú (2817 masl) in Trujillo state Venezuela, was carried out in order to collect information of eligible materials. Biomass in leaves, stems, stolons, tubers, total and index of harvest were determined. In Marajabú, the maximum range of

values of total biomass (161-262 g), stems (48.50-60.75 g), leaves (15.17-28.58 g), stolons (4.02-5.25), tubers (106-173 g), and index of crop (62-74%) were lower to the ones reached in Cabimbú for the same variables (220-286 g), (19.30-32.05 g), (58.1-73.1 g), (5.36- 5.95 g) and (156-200 g), (58-76%). Both locations 393180-10, 363258-44 and 323639-1 showed higher efficiency in the accumulation and distribution of biomass towards the tubers.

**Key words:** Biomass, harvest index, growing.

## Introducción

Los estados Mérida, Trujillo y Táchira, aportan el mayor volumen de papa (*Solanum tuberosum* L.) a nivel nacional, producción sustentada en pocas variedades entre ellas Granola, Diacol Capiro, Caribay y Andinita (Sarmiento y Bowen, 2002).

Dada la importancia económica y cultural del cultivo de papa en los Andes venezolanos y su creciente expansión en la zona, resulta prioritario la evaluación de materiales genéticos para la selección e incorporación de variedades con amplias características de adaptabilidad, resistencia a plagas y alto rendimiento.

Para alcanzar la selección de un material genético con un determinado propósito, o bien para maximizar su productividad, es necesario conocer aspectos tales como: el patrón de acumulación de biomasa en los diferentes órganos de la planta, la diferencia existente de patrones entre cultivares y el efecto de las condiciones ambientales sobre estos procesos (Mora *et al.*, 2006; Aguilar *et al.*, 2006; Flores *et al.*, 2009).

El objetivo de este trabajo fue determinar la acumulación y distribución de biomasa seca en los diferentes órganos de la planta de cuatro materiales genéticos de papa con el estatus de clones “elegibles”, conjuntamente

## Introduction

Mérida, Táchira y Trujillo provide the biggest volume of potato (*Solanum tuberosum* L.) nationally, production based in few varieties, among these are Granola, Diacol Capiro, Caribay and Andinita (Sarmiento and Bowen, 2002).

Due to the economic and cultural importance of potato crop in the Venezuelan Andean region and to the expansion in the area, it is of great importance the evaluation of genetic materials for selecting and introducing the varieties with wide characteristics of adaptability, resistance to pest and high yield.

To reach the selection of a genetic material to a determined purpose, or to maximize the productivity, it is necessary to know aspects such as the accumulation pattern of the biomass in the different organs of the plant, the pattern difference among the cultivars and the effect of the environmental conditions on these processes (Mora *et al.*, 2006; Aguilar *et al.*, 2006; Flores *et al.*, 2009).

The aim of this research was to determine the accumulation and distribution of the dry biomass in the different organs of the plant of four genetic materials of potato with eligible clones, along to the Venezuelan

con la variedad venezolana Andinita, cultivados en dos zonas importantes de producción de este rubro.

## Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en Marajabú ubicado a 9°15'31" LN y 70°29'26" LO, a una altitud de 2100 msnm; y en el Páramo de Cabimbú a una altitud de 2827 msnm, geográficamente situado a 9°9'31" LN y 70°29'26" LO en el estado Trujillo, Venezuela. El registro de las variables climáticas durante el ciclo de cultivo se realizó con estaciones meteorológicas automáticas marca Davis® modelo Vantage Pro2 instaladas en ambas localidades (cuadro 1).

Se evaluaron los clones de papa 392639-1, 363258-44, 393180-10, 393194-1, pertenecientes a la población B del Centro Internacional de la Papa, seleccionados por su rendimiento y resistencia a *Phytophthora infestans* (Rodríguez *et al.*, 2008) comparados contra la variedad Andinita. El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones, cuatro hilos por cada material genético en cada réplica, diez plantas por hilera y sembradas a una distancia de 0,80 m entre hileras y 0,30 m entre plantas para cada material.

Las labores culturales fueron comunes en ambos sitios, se aplicaron dos fertilizaciones, al momento de la siembra (800 kg.ha<sup>-1</sup> de la fórmula 12-12-17/2) y al aporque (250 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrato de calcio). El riego fue aplicado por aspersión cada tres días o de acuerdo al comportamiento de la precipitación.

A partir del momento que se alcanzó el 50% de emergencia de las plan-

variety Andinita, cropped in two important production areas of this product.

## Materials and methods

The essays were carried out in Marajabú at 9°15'31" NL and 70°29'26" WL at 2100 masl, and the paramo of Cabimbú at an altitude of 2827 masl, geographically located at 9°9'31" NL and 70°29'26" WL in Trujillo, Venezuela. The register of the weather variables during the cropping cycle was done with automatic meteorological station David® brand, model Vantage Pro2, installed in both locations (table 1).

Potato clones 392639-1, 363258-44, 393180-10, 393194-1 were evaluated, belonging to the B population of the International Center of Potato, selected by the yield and resistance to *Phytophthora infestans* (Rodríguez *et al.*, 2008) compared to the variety Andinita. A split plot randomized design with four replications was used, with four rows per genetic material in each replica, ten plants per row and sowed at 0.80 m among rows and 0.30 m between plants per each material.

The cultural labors were common in both locations; two fertilizations were applied at the moment of the crop (800 kg.ha<sup>-1</sup> of the formula 12-12-17/2) and (250 kg.ha<sup>-1</sup> of calcium nitrate). The irrigation was applied by aspersion every three days or according to the behavior of the precipitation.

After the moment where 50% of the plant emergency reached until the senescence, weekly samplings were

Cuadro 1. Condiciones climatológicas prevalentes en las localidades de Marajabú y el Páramo de Cabimbú, estado Trujillo, durante el ciclo mayo-septiembre 2009.

Table 1. Weather conditions in locations of Marajabú and Paramo of Cabimbú, Trujillo state, during May-September, 2009.

| Mes        | Marajabú    |             |                     |         | Páramo de Cabimbú |             |                     |         |
|------------|-------------|-------------|---------------------|---------|-------------------|-------------|---------------------|---------|
|            | T Min<br>°C | T Max<br>°C | Precipitación<br>mm | HR<br>% | T Min<br>°C       | T Max<br>°C | Precipitación<br>mm | HR<br>% |
| Mayo       | 11,9        | 17,8        | 37,3                | 84,1    | 7,5               | 17,0        | 25,8                | 79,5    |
| Junio      | 11,6        | 18,9        | 76,1                | 81,2    | 6,7               | 18,0        | 65,0                | 81,5    |
| Julio      | 11,5        | 18,1        | 83,2                | 81,5    | 7,2               | 16,7        | 82,8                | 82,3    |
| Agosto     | 11,8        | 18,4        | 77,3                | 82,3    | 7,2               | 16,6        | 80,3                | 79,8    |
| Septiembre | 12,4        | 19,2        | 55,6                | 80,1    | 8,2               | 17,8        | 40,4                | 91,2    |

T Min= temperatura mínima T<sub>max</sub>= temperatura máxima HR= humedad relativa

tas y hasta la senescencia, se realizaron muestreos semanales seleccionando una planta con competencia perfecta por cada material, esto garantizó que las plantas que quedaban en el terreno no resultasen favorecidas por el muestreo destructivo. Cada planta se separó en sus órganos: hojas, tallos, estolones y tubérculos para obtener la biomasa seca de cada parte así como la total, el secado se hizo en estufa a 75°C hasta alcanzar biomasa constante. El índice de cosecha o eficiencia fue obtenido mediante la relación presentada en la ecuación 1.

$$IC = \frac{\text{biomasa total de tubérculos}}{\text{biomasa total planta}} 100 \quad (1)$$

Los análisis de varianza y las pruebas de medias por el método de Duncan, fueron realizados una vez que se comprobó que los datos cumplían los supuestos del ANOVA, estos se efectuaron en el procesador de datos SAS® versión 9.0.

## Resultados y discusión

En la figura 1 se observa la acumulación de biomasa total y por órganos de los materiales evaluados en Marajabú, desde los 49 a los 108 días después de la siembra (dds). Resaltando con la mayor biomasa total, los clones 323658-44 (262,61 g), 392939-1 (231,07 g) y Andinita (224,61 g). En Cabimbú (figura 2), el acopio de biomasa ocurrió desde los 63 a 134 dds, los materiales 393180-10, 393194-1, Andinita, 363258-44 y 392639-1 acumularon una biomasa seca total (286,9; 267,67 258,85; 258,58 y 258,58 g, respectivamente), ligeramente superior a la obtenida en Marajabú. Lo

done selecting one plant with perfect competence per material; this guaranteed that the plants that were remained in the land were not favored by the destructive sampling.

Each plant divided in its organs: leaves, stems, stolons and tubers to obtain the dry biomass of each part, as well as the total. The drying process was done in a stove at 75°C until reaching constant biomass. The harvesting or efficiency index was obtained with the relation presented in the equation 1.

$$IC = \frac{\text{biomasa total de tubérculos}}{\text{biomasa total planta}} 100 \quad (1)$$

The variance analyses and the mean tests of Duncan were performed once proved that the data fulfilled ANOVA supposes, these were done in the data processor SAS®, version 9.0.

## Results and discussion

In figure 1 is observed the accumulation of the total biomass and the organs of the evaluated materials in Marajabú, from 49 to 108 days after the sow (dds). With the total biomass outstand the clones 323658-44 (262.61 g), 392939-1 (231.07 g) and Andinita (224.61 g). In Cabimbú (figure 2), the piling of the biomass occurred from 63 to 134 dds, the materials 393180-10, 393194-1, Andinita, 363258-44 and 392639-1 accumulated a total dry biomass (286.9; 267.67 258.85; 258.58 and 258.58 g, respectively), slightly higher to the one obtained in Marajabú. This might be explained due to the highest duration of the accumulation process in Cabimbú (71 days), because of the lowest

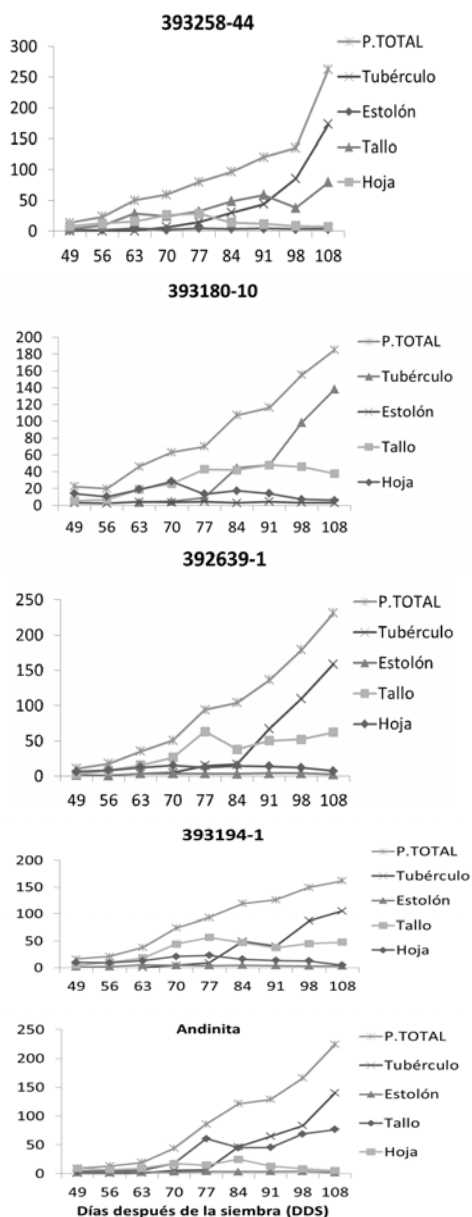


Figura 1. Acumulación y distribución de biomasa en cinco en materiales genéticos de papa en Marajabú, Trujillo, Venezuela.

Figure 1. Accumulation and distribution of the biomass in five genetic materials of potato in Marajabú, Trujillo state, Venezuela .

cual puede explicarse debido a la mayor duración del proceso de acumulación en Cabimbú (71 días), producto las menores temperaturas registradas en esta localidad (cuadro 1). Comportamiento acorde a lo señalado por Timlin *et al.* (2006) y Núñez *et al.* (2009). Los valores de biomasa seca total de los clones evaluados superan los reportados por Aguilar *et al.* (2006) y Flores *et al.* (2009).

La biomasa seca de las hojas en Marajabú (figura 1), reflejó un comportamiento similar en las primeras cuatro evaluaciones (desde 49 hasta 70 dds), la mayor acumulación de biomasa en hojas se observó a los 70, 77 y 84 dds en los materiales 393180-10 (28,57 g), 323658-44 (28,56 g) y Andinita (25,00), lo que correspondió al 45,50; 35,67 y 20,66% de la biomasa seca total de la planta. A partir de los 84 dds se inició un descenso paulatino de la biomasa seca de las hojas en todos los cultivares a excepción de Andinita, que es un material más tardío. En la localidad de Cabimbú (figura 2), la acumulación de biomasa seca de hojas fue más uniforme a lo largo del ciclo del cultivo, a excepción del cultivar 392639-1 que mostró mayor biomasa seca de hojas con 30,5 y 32,1 g lo que representó el 43,12 y 29,96% de la biomasa seca total de la planta, esto ocurrió a los 84 y 98 dds respectivamente, seguido por Andinita con 24,7 g (26,13%) a los 91 dds.

En los materiales evaluados por Mora *et al.* (2006) y Segura *et al.* (2010), el patrón de acumulación de biomasa de esta variable siguió una tendencia de acumulación similar a la de este ensayo, sin embargo la mayor acumulación de biomasa seca de hojas

temperatures registered in this location (table 1). This behavior agrees to what Timlin *et al.* (2006) and Núñez *et al.* (2009) mentioned. The values of the total dry biomass of the evaluated clones surpass the reported by Aguilar *et al.* (2006) and Flores *et al.* (2009).

The dry biomass of leaves in Marajabú (figure 1) showed a similar behavior in the first four evaluations (from 49 to 70 dds), the highest biomass accumulation in leaves was observed at 70, 77 and 84 dds in materials 393180-10 (28.57 g), 323658-44 (28.56 g) and Andinita (25.00), which corresponded to 45.50; 35.67 and 20.66% of the total dry biomass of the plant. After 84 dd, a gradual descend of the dry biomass of leaves started in all cultivars, excepting in Andinita, which is a more delayed material.

In Cabimbú (figure 2), the accumulation of dry biomass of leaves was more uniform throughout the cropping cycle, excepting in cultivar 392639-1 which showed higher dry biomass of leaves with 30.5 and 32.1 g, which represented 43.12 and 29.96% of the total dry biomass of the plant; this occurred at 84 and 98 dds respectively, followed by Andinita with 24.7 g (26.13%) at 91 dds.

In the materials evaluated by Mora *et al.* (2006) and Segura *et al.* (2010), the biomass accumulation pattern of this variable followed an accumulation tendency similar to the one on this essay; however, the highest dry biomass accumulation of leaves and the biomass reduction by foliar senescence reached with delay in the evaluated materials on this research, which is translated into a higher

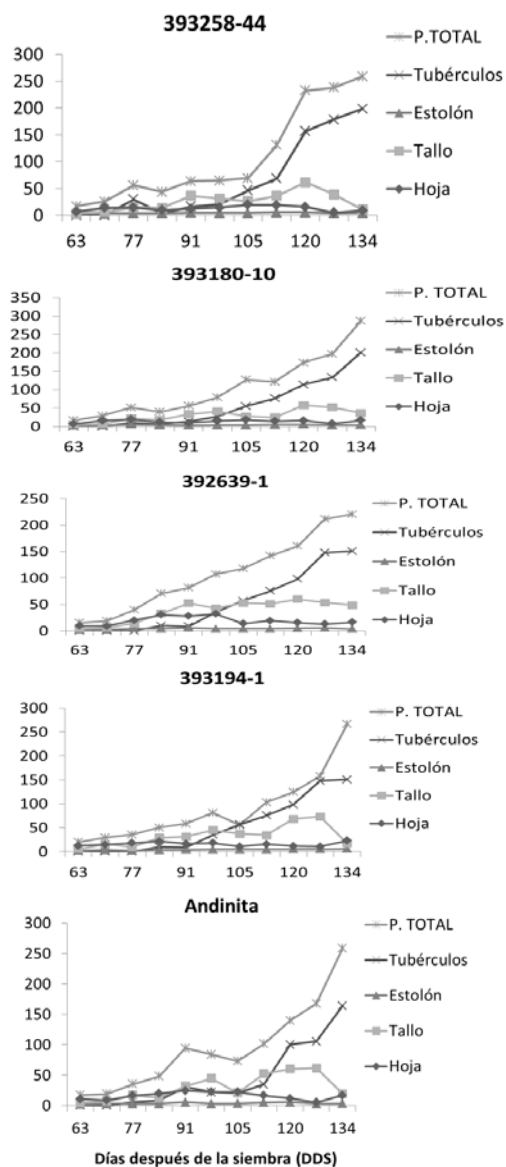


Figura 2. Acumulación y distribución de biomasa en cinco en materiales genéticos de papa en Cabimbú, Trujillo, Venezuela.

Figure 2. Accumulation and distribution of the biomass in five genetic materials of potato in Cabimbú, Trujillo state, Venezuela.

y la reducción de biomasa por la senescencia foliar se alcanzó más tardíamente en los materiales evaluados en esta investigación, lo que se tradujo en una mayor duración del área foliar fotosintéticamente activa.

En lo referente a la biomasa seca de tallos, en Marajabú (figura 1) se observó un aumento progresivo en todos los materiales entre los 49 y 77 dds, un descenso de acumulación de biomasa hacia estos órganos a los 84 dds, reiniciando un nuevo ciclo de acumulación pero en forma diferente para cada material. Andinita y el clon 392639-1 registraron a los 108 dds los mayores valores de biomasa seca en tallos con 79,35 y 76,52 g, lo que representó el 34,34 y 34,07% de la biomasa seca total de la planta respectivamente. Por su parte en Cabimbú (figura 2), la biomasa seca en tallos mostró un aumento progresivo entre los 63 y 98 dds, para declinar e iniciar un nuevo ciclo de acumulación en las siguientes evaluaciones, registrando el clon 393194-1 su máxima biomasa seca en tallos con 73,1 g (46,32% de la biomasa seca total de la planta) esto ocurrió a los 127 dds.

En Cabimbú los materiales evaluados mostraron valores superiores de biomasa seca en tallos, lo cual puede explicarse por la extensión en el tiempo de este proceso en esta localidad, en comparación a Marajabú. Los valores de biomasa en tallos registrados en Andinita, 392639-1 y 393194-1 son mayores a los reportados por Mora *et al.* (2006), lo cual evidencia la capacidad diferencial de los materiales evaluados en producir nuevas ramas y tallos, bajo determinadas condiciones agroecológicas.

duration of the photosynthetic active foliar area.

Regarding the dry biomass of the stems in Marajabú (figure 1) a progressive increment was observed in all the materials from 49 to 77 dds, an accumulation descend of the biomass towards these organs at 84 dds, reinitiating a new accumulation cycle but differently for each material. Andinita and the clone 392639-1 registered at 108 dds the highest values of the dry biomass in stems with 79.35 and 76.52 g, which represented 34.34 and 34.07% of the total dry biomass of the plant respectively. On the other hand, in Cabimbú (figure 2), the dry biomass in stems showed a progressive increment from 63 to 98 dds, to decline and start a new accumulation cycle in the upcoming evaluations, registering the clone 393194-1 its maximum dry biomass in stems with 73.1 g (46.32% of the total dry biomass of the plant), this occurred at 127 dds.

In Cabimbú, the evaluated materials showed higher values of the dry biomass in stems, which might be explained by the extension in the time of this process in the location, compared to Marajabú. The values of the biomass in stems registered in Andinita, 392639-1 and 393194-1 are higher to the reported by Mora *et al.* (2006), which evidences the differential capacity of the evaluated materials in producing new branches and stems under determined agroecological conditions. In Marajabú, the dry biomass of the stolons (figure 1) showed a slight lineal increment until the beginning of tuberization, the values fluctuated from 4.12 g (Andinita) and 5.25 g (393194-1). In Cabimbú (figure

En Marajabù la biomasa seca de los estolones (figura 1), mostró un discreto incremento lineal hasta el inicio de la tuberización, sus valores fluctuaron entre 4,12g (Andinita) y 5,25 g (393194-1). En la localidad de Cabimbú (figura 2), la biomasa seca acumulada fue similar entre los materiales, destacándose los clones 393194-1, 392639-1 con registros de 5,95 (134 dds) y 5,65 g (127 dds), lo que correspondió 2,22 y 2,67% de la biomasa seca total de la planta. La acumulación de biomasa en estolones de los materiales evaluados fue más prolongada en el tiempo y registró valores mayores a los reportados por Aguilar *et al.* (2006) para las variedades Alpha y Milagros.

En Marajabú (figura 1), la distribución de fotoasimilados hacia los tubérculos mostró un aumento progresivo desde los 77 a 108 dds, cuando los materiales alcanzaron la mayor cantidad de biomasa seca 106,17 g (393194-1), 137,95 g (393180-10), 140,52 g (Andinita), 158,67 g (362638-1) y 173,27 g (323658-44). El clon 393180-10 mostró una eficiencia ligeramente superior al resto de los materiales al registrar un índice de cosecha de 74,57%. En Cabimbú (figura 2), a los 91 dds, los clones iniciaron un acopio creciente de fotoasimilados hacia los tubérculos, mientras que en Andinita ocurrió a los 105 dds, registrando al final del ciclo productivo (134 dds) una biomasa acumulada en tubérculos de 164 g, en comparación a los clones 392639-1 (156,7 g), 393194-1 (157,3 g), 323658-44 (198,7 g) y 393180-10 (200,93 g), los cuales expresaron un índice de cosecha de 71,8% 58,21 71,84 y 73,17; respectivamente; los clones evaluados tuvieron una eficiencia intermedia. En ambas

2), the accumulated dry biomass was similar among the materials, highlighting the clones 393194-1, 392639-1 with registers of 5.95 (134 dds) and 5.65g (127 dds), which corresponded to 2.22 and 2.67% of the total dry biomass of the plant. The biomass accumulation in stolons of the evaluated materials was more extended in the time, and registered higher values than those reported by Aguilar *et al.* (2006) for the variables Alpha and Milagros.

In Marajabú (figure 1), the distribution of the photo-assimilates towards the tubers showed a progressive increment from 77 to 108 dds, when the materials reached the highest quantity of the dry biomass 106.17 g (393194-1), 137.95 g (393180-10), 140.52 g (Andinita), 158.67 g (362638-1) and 173.27 g (323658-44). The clone 393180-10 showed a slightly higher efficiency to the rest of the materials, when registering a harvest index of 74.57%. In Cabimbú (figure 2) at 91 dds, the clones initiated a incremented gathering of photo-assimilates towards the tubers, meanwhile, in Andinita it occurred at 105 dds, registering at the end of the productive cycle (134 dds) an accumulated biomass in tubers of 164 g, compared to clones 392639-1 (156.7 g), 393194-1 (157.3 g), 323658-44 (198.7 g) and 393180-10 (200.93 g), which expressed a harvest index of 71.8% 58.21 71.84 and 73.17; respectively; the evaluated clones had an intermediate efficiency. In both locations, the clone 393180-10 expressed the highest physiologic efficiency index, followed by the materials 323658-44 and 392639-1 in

localidades el clon 393180-10 expresó el mayor índice de eficiencia fisiológica, seguido por los materiales 323658-44 y 392639-1 en Cabimbu. El índice de cosecha de los clones evaluados fue superior a los resultados señalados por Tekalign y Hammes (2005) y Mora *et al.* (2006) para los materiales tardíos C-676014 y Puebla.

En ambas localidades los materiales evaluados mostraron un patrón de acumulación de biomasa seca, similar al reportado en otras investigaciones (Aguilar *et al.*, 2006; Mora *et al.* 2006; Flores *et al.*, 2009; Sarmiento y Owen, 2002). Las diferencias encontradas en cuanto al tiempo y cantidad de acumulación de biomasa seca expresada por los materiales estudiados, se debieron a las condiciones climáticas propias de los dos pisos altitudinales (cuadro 1).

La temperatura media (15,2°C) en Marajabú ligeramente superior a la registrada en Cabimbu (12,3°C), determinó la aparición temprana de las etapas de brotación, desarrollo vegetativo, inicio de la tuberización y senescencia, por consiguiente la reducción del tiempo de acumulación de biomasa en comparación con lo observado en Cabimbu; lo anterior se sustenta en lo reportado por Streck *et al.* (2006) y Pereira *et al.* (2008). Estos mismos autores señalaron que el inicio y duración de la tuberización, conjuntamente con la disponibilidad de fotoasimilados, son fuertemente influenciados por el factor temperatura.

## Conclusiones

Los materiales evaluados mostraron un patrón similar de acumulación

Cabimbu. The harvest index of the evaluated clones was higher to the results mentioned by Tekalign and Hammes (2005) and Mora *et al.* (2006) for delayed materials C-676014 and Puebla.

In both locations, the evaluated materials showed an accumulation pattern of dry biomass, similar to the reported in other researches (Aguilar *et al.*, 2006; Mora *et al.* 2006; Flores *et al.*, 2009; Sarmiento and Owen, 2002). The differences found regarding time and accumulation quantity of the dry biomass expressed by the studied materials were due to the own weather conditions of the two altitudinal floors (table 1).

The mean temperature (15.2°C) in Marajabú, which was slightly higher to the registered in Cabimbu (12.3°C), determined the early apparition of the sprouting phases, vegetative development, tuberization initiation and senescence; consequently, the time reduction of the biomass accumulation compared to what was observed in Cabimbu. The latter is reported by Streck *et al.* (2006) and Pereira *et al.* (2008). These authors mentioned that the initiation and duration of the tuberization, along to the availability of the photoassimilates, are strongly influence by the temperature.

## Conclusions

The evaluated materials showed a similar accumulation and distribution pattern of the biomass, in Marajabú the clone 393180-10 presented the highest harvest index (74%), in Cabimbu the materials

y distribución de biomasa, en Marajabú el clon 393180-10 presentó el mayor índice de cosecha (74%), en Cabimbú los materiales 393180-10, 323658-44 y 323639-1, presentaron los mayores índices de eficiencia productiva. Estos clones se perfilan como los más prometedores por su mayor eficiencia en la acumulación de biomasa seca en los tubérculos de papa.

393180-10, 323658-44 and 323639-1, presented the highest indexes of productive efficiency. These clones are profiled as the most promising by their higher efficiency in the accumulation of the dry biomass in the tubers of potato.

*End of english version*

---

## Literatura citada

- Aguilar, M., J. Carrillo, A. Rivera y A. González. 2006. Análisis de crecimiento y de relaciones fuente-demanda en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). Rev. Fitotec. Mex. 29(2):145-158.
- Flores, R., F. Sánchez, J. Rodríguez, R. Mora, M. Colinas y H. Lozaya. 2009. Influencia de la radiación solar en la producción de semilla de tubérculos de papa bajo cultivos sin suelo. Rev. Chapingo 15(1):25-30.
- Mora R., J. Ortiz, A. Rivera., M. Mendoza., M. Colinas y H. Lozoya. 2006. Índice de eficiencia de genotipos de papa establecidos en condiciones de secano. Rev. Chapingo. (12):85-94.
- Núñez, C., M. Santos y M. Segura. 2009. Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Zipaquirá, Cundinamarca (Colombia). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín, 62(1), 4823-4834.
- Pereira, A., N. Villanova, V. Ramos y A. Pereira. 2008. Potato potential yield based on climatic elements and cultivar characteristics. Bragantia Campinas 67(2):327-334.
- Rodríguez, D., D. Alcalá de Marcano y F. Escalona. 2008. Selección preliminar de clones de papa por resistencia a la candelilla tardía y rendimiento. Bioagro 20(1): 29-35.
- Santos C. M., M. Segura y C. Núñez. 2010. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 63(1): 5253-5266.
- Sarmiento, L. y W. Bowen. 2002. Desarrollo de una variedad de papa andigena en los andes venezolanos y su simulación por el modelo Substor. Rev. Ectrópicos 15(1):11-122.
- Streck, N., F. Matielo de Paula, D. Bisognin, A. Heldwein y J. Dellai. 2006. Simulating the development of field growth potato (*Solanum tuberosum* L.). Agr. Forest. Meteorol 142:1-11.
- Tekalign, T. y P. Hammes. 2005. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth II. Growth analysis, tuber yield and quality. Sci. Hortic. 105:29-44.