

ANÁLISIS DE MORTALIDAD, PRODUCCIÓN Y ADAPTABILIDAD DE CLONES DE BATATA AL AGROSISTEMA DE PIEDEMONTES LLANEROS*

ANALYSIS OF MORTALITY, PRODUCTION AND ADAPTABILITY OF SWEET POTATO CLONES TO THE PIEDEMONTES LLANEROS AGROSYSTEM

Ruth Rodríguez Andrade¹, Gustavo Correa Assmus^{2§} y Ricardo Fournier Ángel³

¹Programa Zona Experimental de Desarrollo de la Orinoquía (ZEDEO), de la Vicerrectoría de Investigación y Transferencia (VRIT), de la Universidad de La Salle, Colombia. (ruthrodriguez@unisalle.edu.com). ²Institutos VRIT de la Universidad de La Salle. [§]Autor para correspondencia: gcorrea@unisalle.edu.com.

RESUMEN

La batata [*Ipomoea batatas* (L.) Lam], es un tubérculo perenne, del cual se han realizado diversos experimentos y ensayos sobre su uso y adaptabilidad a diferentes agroecosistemas, con el fin de potenciar su producción en Colombia. El presente ensayo hace referencia a los resultados de investigación cualitativos y cuantitativos sobre adaptabilidad en el Piedemonte Llanero, teniendo en cuenta las variables mortalidad y producción, evaluada esta última en términos del rendimiento en t ha⁻¹. El estudio se llevó a cabo en 2008, se efectuó mediante análisis estadísticos con la finalidad de establecer la situación de mortalidad. En relación con la producción, su evaluación se llevó a cabo en el tiempo de cosecha, tomando en cuenta el efecto margen que se causa en las etapas del cultivo y los procedimientos estadísticos pertinentes. Se concluyó que los clones con mejor adaptabilidad, mayor rendimiento doble propósito, resistencia al ataque de diferentes microorganismos y efectos edafoclimáticos propios del agroecosistema, son: 440286, 440287 y 440396. De acuerdo con lo anterior, es posible incorporar la batata en la diversificación productiva del Piedemonte Llanero.

Palabras clave: *Ipomoea batatas* (L.) Lam, adaptabilidad, mortalidad, producción.

ABSTRACT

The sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam], is a perennial tuber, on which, several studies and experiments have been conducted to analyze its adaptability and use in different agro ecosystems, in order to potentialize its production in Colombia. This work refers to the results from qualitative and quantitative investigations on its adaptability to the Piedemonte Llanero, considering the variables of mortality and production, the latter evaluated in terms of yield in t ha⁻¹. The study was carried out in 2008, using statistical analysis to establish the crop's mortality situation. Production was evaluated in the time of harvest, considering the marginal effect caused in the stages of the crop, and the pertinent statistical procedures. The conclusion was that the clones with the best adaptability, best dual-purpose yield, resistance to the attack from various microorganisms and typical edaphoclimatic effects of the agroecosystem are: 440286, 440287 and 440396. According to the above, it is possible to incorporate the sweet potato as an option to help diversify agricultural production systems in the Piedemonte Llanero.

Key words: *Ipomoea batatas* (L.) Lam, adaptability, mortality, production.

* Recibido: noviembre de 2009
Aceptado: mayo de 2010

INTRODUCCIÓN

La batata, camote, patata dulce, batate, moniato o boniato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam], es una planta herbácea, forrajera y perenne de la familia de las convolvuláceas, posee un sistema radicular fibroso y cordoniforme que con la madurez genera raíces reservantes que extraen grandes cantidades de nutrientes, se adapta a suelos de cualquier tipo desde arenosos hasta arcillosos, especialmente en aquellos limo-arcillosos, profundos y friables, pues es sensible a la alta humedad del mismo. Tolerancia a la acidez en un rango de pH de 4.5 a 7.5 (Almeri, 2009).

De la batata se utiliza el follaje, como forraje en la alimentación de animales, así como sus tubérculos (raíces reservantes). Además, sus tubérculos gozan de una amplia y diversificada aceptación en el desarrollo de productos para consumo humano (Bovell and Adelia, 2007).

Los elementos nutricionales como el nitrógeno y potasio, son indispensables a fin de obtener una buena producción de batata a los cuatro meses de siembra; sin embargo, para los suelos de la orinoquía colombiana, no existen protocolos de fertilización que combinen el uso racional de los nutrientes en las cantidades mínimas necesarias, para equilibrar los requerimientos de la planta en sus etapas de desarrollo a fin de evitar altas tasas de mortalidad y que a su vez establezca una adecuada protección de los suelos (Bosco *et al.*, 2009).

El objetivo del ensayo se orienta en primer lugar hacia el análisis de adaptabilidad de la batata a ciertas características del agroecosistema orinoquense; paralelamente en la elaboración de dietas para monogástricos y en segundo lugar, se pretende establecer un banco de germoplasma que permita realizar investigaciones en mejoramiento genético y contar con semilla para implementar cultivos que potencien procesos de investigación y producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El predio donde se estableció el proceso de adaptación de la batata [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] está situado en el Piedemonte Llanero de la cordillera oriental. Su zona de vida se denomina: bosque muy húmedo tropical (bmh-T), de acuerdo con la clasificación de Holdridge y se encuentra en la vertiente que se extiende

INTRODUCTION

The sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam], is an herbaceous, forage and perennial plant, of the convolvulaceae family. It has a fibrous and cord-like radical system that, with maturity, produces reservant roots that take large amounts of nutrients; it adapts to any type of soils, from sandy to clayey, and especially in deep, loamy-clayey and friable soils, since it is sensitive to its high humidity. It tolerates acidity on a pH range of 4.5-7.5 (Almeri, 2009).

The tubers of the sweet potato are used, as well as its foliage, for feeding animals. Its tubers (reservant roots) also have a wide and diverse acceptance as products for human consumption (Bovell and Adelia, 2007).

Nutritional elements such as nitrogen and potassium are crucial for a good sweet potato production four months after planting; for the soils of the Colombian Orinoquia region, there are no fertilization protocols that combine the rational use of nutrients in the minimum amounts necessary to balance the plant requirements in its growth stages in order to avoid high mortality rates and establish an adequate protection of soils (Bosco *et al.*, 2009).

The aim of this work is, first of all, to analyze the adaptability of sweet potato plants to certain characteristics of the Orinoco agroecosystem, while analyzing diets for monogastric animals; the second aim of this investigation is to establish a germplasm bank to investigate genetic breeding and have seeds for crops to help promote research and production processes.

MATERIALS AND METHODS

The field used to set up the sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] adaptation process is located in the Piedemonte Llanero of the *Cordillera Oriental* (Eastern range). Its life zone is: wet tropical rainforest (bmh-T), according to Holdridge's classification, and is located on the slope that extends from Cundinamarca to the department of Meta, with strongly acidic soils, made up of alluvial, diluvial and some coluvial deposits.

Plant growth can be erect, semi erect, extended and very extended; its branches can be up to 3 m long, with simple leaves of different shapes, sizes and colors;

desde Cundinamarca hacia el departamento del Meta, caracterizada por suelos fuertemente ácidos, conformados por depósitos aluviales, diluviales con aportes coluviales.

El crecimiento de la planta puede ser erecto, semierecto, extendido y muy extendido, sus ramas pueden alcanzar hasta 3 m de largo; con hojas simples de diferentes formas, tamaños y colores; se adapta al clima tropical especialmente en lugares con temperaturas promedio de 22 °C, fotoperiodo largo y alta luminosidad.

Para llevar a cabo la primera fase de los análisis sobre adaptabilidad, se tuvieron en cuenta 10 clones de batata, aportados por Clayuca; la codificación de sus variedades es: 440045, 440016, 199062-1, 440286, 440287, 440396, 440260, Tainung-66, 199015-14 y 199035-7.

Según Clayuca (2004) de los clones citados anteriormente, el 440045 (toquecita) es un clon de alta rentabilidad; el clon 440260 (chin mi o suwon 147) es precoz, con producción a los tres meses. Tanto el 440045 como el 440260 son clones catalogados como de doble propósito; es decir, productores de raíz y follaje, mientras que los demás no lo son.

Siembra y muestreos de campo. El material de siembra remitido por Clayuca; materiales genéticos élite, del Centro Internacional de la Papa (CIP), en Lima, Perú; desde la ciudad de Palmira, venía envuelto en papel periódico y clasificado por clones, dentro de un saco de polietileno. Se observó que la mayoría de las estacas tenía poco grosor, baja vitalidad y algunos paquetes contaminados con hongos (*Aspergillus* sp.).

Los clones se sembraron en vasos de plástico desechables de 200 cm³ de capacidad y se les adicionó como sustrato tierra negra cernida y desinfectada con formol al 5%. Las estacas fueron desinfectadas con el fungicida Orthocide y posteriormente se seccionaron a una medida entre 8 cm a 13 cm de longitud. Las estacas secas, afectadas por hongos que se podían identificar visualmente o fracciones muy pequeñas de las mismas, fueron desechadas.

La primera fecha de siembra del 11 de septiembre de 2008; en 0.6 ha, los suelos estaban saturados de humedad debido al invierno, lo cual permitió su adecuación con un pase de cincel y construcción de camas-caballones. El primer grupo de clones para sembrar estaba constituido por 1 800 estacas.

it adapts to tropical climates, and especially with an average temperature of 22 °C, long photoperiods and high luminosity.

To conduct the first phase of the analyses on adaptability, 10 sweet potato clones were considered, contributed by Clayuca; the codes of its varieties are: 440045, 440016, 199062-1, 440286, 440287, 440396, 440260, Tainung-66, 199015-14 and 199035-7.

According to Clayuca (2004), out of the above clones, 440045 (toquecita) is a high profitability clone; clone 440260 (chin mi or suwon 147) is precocious, with production after three months. Both 440045 and 440260 are catalogued as dual purpose a clone that is, used for root and foliage, whereas the rest are not.

Sowing and field samples. Sowing material was sent by Clayuca; elite genetic materials are from the International Potato Center (CIP), in Lima, Peru; it came from the city of Palmira, it came wrapped in newspaper and classified by clones, inside a polyethylene sack. Most of the stakes were thin, had low vitality and some packages were contaminated with fungi (*Aspergillus* sp.).

Clones were planted in 200 cm³ disposable plastic cups, they were added sieved black dirt as a substrate and disinfected with 5% formol. The stakes were disinfected with the Orthocide fungicide and later selected, at a length of 8 cm to 13 cm. The dry stakes, affected by fungi that could be visually identified, or small pieces of them, were discarded.

The first date for planting was September 11th, 2008 on 0.6 ha; soils were wet due to the winter season, which allowed their adaptation with a chisel and the construction of beds-caballones. The first group of clones for sowing was made up of 1 800 stakes.

Later, on October 10th, 2008, the first samples were taken, and the first fundamental event was to verify the mortality of plants. On a sample of 37.66% of the total planted, we noticed a need to plant a replacement of the affected plant material. This is why, on November 27th the replanting was moved forward and Clayuca contributed with 2 000 plants of 10 different clones, 200 for each clone, which not only replaced dead plants, increased the plantation by 6.25%, for a total of 1 920 plants.

Posteriormente el 10 de octubre de 2008, se llevó a cabo el primer muestreo donde el evento fundamental fue verificar la mortalidad de plantas. Sobre una muestra del 37.66% del total sembrado se concluyó la necesidad de hacer una resiembra de reposición del material vegetativo afectado. Por lo anterior el 27 de noviembre del mismo año se adelantó la resiembra, para la resiembra Clayuca aportó 2 000 plantas de 10 clones diferentes; 200 por cada clon, la cual además de reemplazar las plantas muertas incremento la siembra en un 6.25%, para un total de 1 920 plantas.

Con el objetivo de continuar la verificación sobre mortalidad, el 19 de diciembre de 2008, se llevó a cabo un segundo muestreo del material plantado, tanto en la siembra como en la resiembra. La resiembra se efectuó con estacas de mayor grosor, mejor vigor, que poseían varias raíces adventicias, yemas y tenían una longitud entre 20 a 25 cm.

La plantación de cada clon se efectuó sobre caballones de 0.5 m de ancho por 4 m de largo, separados entre sí por una calle o depresión de 0.5 m de ancho. La parcela o repetición por clon constó de cuatro camas o caballones de 0.3 m de alto, separados en su parte más alta 0.80 m. La distancia entre plantas es de 0.3 m, para una densidad por hectárea de 33 125 plantas.

En la Figura 1, se muestra el ensayo de comportamiento de la batata, cuenta con 10 clones y tres repeticiones bajo un diseño experimental de bloques al azar, de conformidad con las orientaciones dadas por Clayuca y Triviño (2009).

El seguimiento posterior realizado sobre el cultivo, se llevó a cabo mediante muestreos que en todas las ocasiones se efectuaron sobre la totalidad de las plantas sembradas, que fueron 1 920 plantas; por lo tanto ($N=n$); es decir, al 100%. Adicionalmente, se estableció un sistema de riego por aspersión alimentado desde una fuente de agua transportada por gravedad. Este sistema funciona mientras permanezca la fuente (manantial) con el caudal y la presión requerida para mover los aspersores. Para el periodo de sequía, se utiliza un lago artificial, el cual fue adecuado para sostener los requerimientos de riego.

Resistencia y cosecha. Durante el periodo vegetativo, se observó en los clones diferentes niveles de resistencia a las características propias del agroecosistema, suelos con relieve plano, fuertemente ácidos (pH 5.2), bajos en materia orgánica, fósforo, magnesio y boro; alto contenido de aluminio que limita la nutrición de las plantas, el predio

In order to continue the verification of mortality, on December 19th, a second set of samples of the planted material were taken, both in planting and replanting. Replanting was carried out with thicker stakes, with greater vigor and several adventitia roots and leaf buds and measured 20 to 25 cm.

Each clone was planted on caballones 0.5 m wide by 4 m long, separated by 0.5 m. The plot or clone repetition was composed of four beds o caballones 0.3 m in height, separated at its highest 0.80 m. Distance between plants is de 0.3 m, for a density per hectare of 33 125 plants.

Figure 1 shows the sweet potato behavior test, which contains 10 clones and three repetitions under a randomized block experimental design, according to orientations given by Clayuca y Triviño (2009).

Clones	Sistema: bloques al azar sugerido por Clayuca
1. 440045	
2. 440016	Repeticiones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 4, 6, 8, 1, 10, 7, 3, 9, 5, 2, 9, 7, 1, 6, 8, 2, 10, 5, 4 y 3.
3. 199062-1	
4. 440286	
5. 440281	
6. 440396	
7. 440260	
8. Tainung-66	
9. 199015-14	
10. 199035-1	

Figura 1. Diagrama experimental por bloques al azar.
Figure 1. Experimental diagram by random blocks.

The next follow-up on the experiment was taking samples, always on the whole of the plants sowed (1 920 plants), therefore ($N=n$), that is, at 100%. Additionally, a spray irrigation system was established, fed from a source of water transported by gravity. This system works while the source (spring) with the required volume and pressure to move the sprinklers. For the period of drought, an artificial lake is used, which was adapted to sustain the irrigation requirements.

Resistance and sowing. During the vegetative period, the clones showed different resistance levels to the characteristics of the agroecosystem flat lands, strongly acidic (pH 5.2), low in organic matter, phosphorous, magnesium and boron, high aluminum content that limits

cuenta con una pluviometría promedio mensual de 450 mm, temperatura promedio 27 °C y humedad relativa de 75%. Presencia de plagas que mostraron control biológico natural entre parasitoides-depredadores, así como de hongos; lo que definió la sanidad y mortalidad de los clones.

Para efecto de la cosecha los criterios evaluadores fueron: calidad con respecto a la calidad de los tubérculos de batata: color, pudrición, rajaduras y daño por insectos, peso y número de tubérculos, así como el peso del follaje, para todos y cada uno de los 10 clones bajo estudio.

Análisis microbiológico. Se utilizaron soluciones de agua peptonada al 0.1% para la preparación de las diluciones a sembrar en las cajas petri. El cultivo de los microorganismos se realizó en agares selectivos para coliformes fecales (agar EMB y caldo triptófano), pseudomona (agar cetrimide) y hongos-levaduras (agar OGGY). Se analizaron las variedades antes descritas con cascara, sin cascara y una mezcla de las cascara para realizar siembra por duplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación, se analiza la adaptabilidad de la batata al agroecosistema del Piedemonte Llanero y se circunscribe a las variables de mortalidad y producción.

Mortalidad. Para compensar la alta absorción de nutrientes, acelerar el desarrollo vegetativo de las plantas y evitar altos índices de mortalidad, se adelantó un plan de fertilización de acuerdo con las recomendaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), (Clayuca, 2004).

Se aplicaron 45 gramos por planta de la siguiente mezcla de fertilizantes: 27.6 kg de fosfato diamónico (DAP), 12 kg de urea, 30 kg de cloruro de potasio y 6 kg de sulfato de amonio. La aplicación se hizo sobre pequeñas zanjas en forma de media luna hechas a una distancia entre 5 y 10 cm de la planta, luego se cubrieron con tierra. Su aplicación se llevó a cabo durante los días 8 y 9 de enero de 2009, previa desmaleza de los caballones y aplicación de herbicida a las calles de separación (Triviño, 2009).

Aún así, los rigores del proceso de adaptación al agroecosistema del pie de monte orinoquense, tuvo como consecuencia una tasa de mortalidad promedio para la

plant nutrition; the field has an average annual rainfall of 450 mm, average temperature of 27 °C and relative humidity of 75%. The presence of plagues showed a natural biological control between parasitoids-predators, as well as fungi, defining the health and mortality of the clones.

For harvesting purposes, the evaluating criteria were: sweet potato tuber quality: color, rotting, cracks and damage by insects, weight and amount of tubers, as well as foliage weight for every one of the 10 clones under study.

Microbiological analysis. Peptonated water solutions at 0.1% were used to prepare the dilutions to plant in the petri dishes. The cultivation of microorganisms was conducted in selective agar gels for fecal coliforms (agar EMB and tryptophan broth), pseudomona (cetrimide agar) and fungi-yeast (OGGY agar). The varieties described above were analyzed, with skin, without skin and with a mixture of skins so as to sow twice.

RESULTS AND DISCUSSION

This research analyzes the adaptability of sweet potato to the agroecosystem of the Piedemonte Llanero and adheres to the mortality and production levels.

Mortality. In order to make up for the high nutrient absorption, speed up vegetative growth of the plants and avoid high mortality rates, a fertilization plan was moved forward, according to recommendations by the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), (Clayuca, 2004).

Forty five grams of the following fertilizer mix were added to each plant: 27.6 kg of diammonium phosphate (DAP), 12 kg of urea, 30 kg of potassium chloride and 6 kg of ammonium sulfate. The mix was placed in small half-moon-shaped ditches, 5-10 cm away from the plant, and covered with soil. This was conducted on January 8th. and 9th. 2009, after weeding the caballones and applying herbicide to the separations (Triviño, 2009).

Even so, the rigors of the process of adaptation to the Orinocan hillside ecosystem led to an average mortality rate for the initial plantation of 1 800 or 65.94% of the

siembra inicial de 1 800 plantas, del orden de 65.94%; los clones 199015-14, 440287 y 199035-7 fueron los menos afectados, cuyas tasas de mortalidad estuvieron dentro del rango normal (<10%).

De las 1 800 plantas iniciales, los clones mayormente afectados por su mortalidad fue el 199062-1, Tainung-66 y 440045, siendo este último un clon de alta productividad en otras latitudes, lo cual permite suponer que demanda un riguroso manejo y una mejor calidad de suelos para expresar su potencial génico. Como resultado de la alta mortalidad inicial, se procedió a la resiembra de 1 187 plantas y se amplió el cultivo en 6.25%, a fin de tener para cada clon 192 y un total de 1 920 plantas.

En un segundo proceso de evaluación sobre esta misma variable, las 1 920 plantas registraron una tasa de 13.99%, dando como resultado una corrección en la mortalidad de 51.95%. Los clones de menor mortalidad fueron en su respectivo orden 440045, 440016 y 199062-1. Sin embargo, se observaron que fueron seis clones, los que en esta oportunidad estuvieron en el rango normalizado menor al 10%, (440286, 440396 y Tainung-66); es decir, que se presentó una mejora de 100%.

Los clones que superaron el índice normalizado fueron 199035 con 32.88%; 440287 en 20.22% y 199015-14 con 17.49%. Cabe anotar que ningún clon de los reportados con alta mortalidad en la primera evaluación, aparece en iguales condiciones en la segunda; ratificando con esto la importancia del manejo y de la calidad del material de siembra. Por su parte el clon 440260 de producción precoz y doble propósito presentó un mortalidad promedio del 13.87%, lo cual hace prever que con un adecuado manejo puede ser eventualmente viable económicamente en este agroecosistema, frente a otros niveles de mortalidad observados.

En la Figura 2 se presenta el comportamiento de la mortalidad de manera comparativa entre los dos momentos de su evaluación, para cada uno de los clones del objeto de estudio, teniendo en cuenta el nivel normalizado de la misma.

Producción. La investigación de Clayuca (2004), en torno a la batata plantea la necesidad de caracterizar, obtener variedades y rendimientos con esta planta en el Valle del Cauca; a fin de poder ofrecer y liberar semillas con altos rendimientos, viables de adaptar en otras condiciones edáficas y climáticas del país (Albán, 2005).

plants. Clones 199015-14, 440287 and 199035-7 were the least affected, presenting mortality rates within the normal range (<10%).

Out of the 1 800 initial plants, the clones majorly affected by their mortality rates were 199062-1, Tainung-66 and 440045, the latter showing high productivity in other latitudes, which leads to the supposal that a rigorous management and better soil quality will help express its genetic potential. As a result of the high initial mortality, 1 187 plants were replanted, and the plantation was broadened by 6.25%, to end up with 192 for each clone and a total of 1 920 plants.

In a second evaluation on this same variable, the 1 920 plants presented a rate of 13.99%, resulting in a correction of 51.95% of the mortality. The clones with lower mortalities were, respectively 440045, 440016 and 199062-1. However, six clones were, on this occasion, within the normalized range, below 10%, (440286, 440396 and Tainung-66); that is, there was an improvement of 100%.

The clones that surpassed the normalized index were 199035, with 32.88%; 440287 with 20.22% and 199015-14 with 17.49%. It is worth noting that none of the clones reported with high mortality in the first evaluation, appears in the same conditions in the second evaluation, ratifying the importance of the material management and quality. On the other hand, clone 440260, with precocious production and a dual purpose displayed an average mortality rate of 13.87%, which shows that with an adequate management, it can eventually become profitable in this agroecosystem, in comparison to other mortality levels observed.

Figure 2 shows the behavior of mortality for each one of the clones studied, comparatively, considering the normalized level of mortality.

Production. Clayuca's research (2004) on the sweet potato sets forth the need to characterize and obtain varieties and yields from this plant in the Cauca Valley, so as to offer and release seeds with high yields, adaptable to other soil and weather conditions in Colombia (Albán, 2005).

To evaluate the process of adaptability of root and foliage yield, the production results were established and compared with those from similar studies. Table 1 shows that in the case of the La Salle University, clones with the highest yield in tons per hectare in the root, sweet potato production is classified according to the following criteria: high roots

Para evaluar el proceso de la adaptabilidad del rendimiento de raíz y follaje, se procedió a establecer los resultados productivos y compararlos con los obtenidos en otros estudios similares. En el Cuadro 1, se observa que para el caso de la Universidad de La Salle, los clones con el mayor rendimiento en tonelada por hectárea en raíz, la producción de batata se clasifica de acuerdo con los siguientes criterios: alto raíces producción (ARP); bajo raíces producción (BRP); alto doble propósito (ADP) y bajo doble propósito (BDP), fueron el 440287, 440286 y 440396, que tuvieron un rendimiento superior a 20 t ha⁻¹ e inferior a 40 t ha⁻¹.

Los clones con bajo rendimiento en raíz (BRP), fueron el 199015-14, 440260 y 440016, que tuvieron una producción inferior a 10 t ha⁻¹. En cuanto a los doble propósito; es decir, aquellos donde se considera representativa su producción tanto en raíz como en follaje, se pudo establecer de alto doble propósito (ADP), los clones 440396, 440286 y 440287 y de bajo doble propósito (BDP), 440016, Tainung-66 y 199015-14.

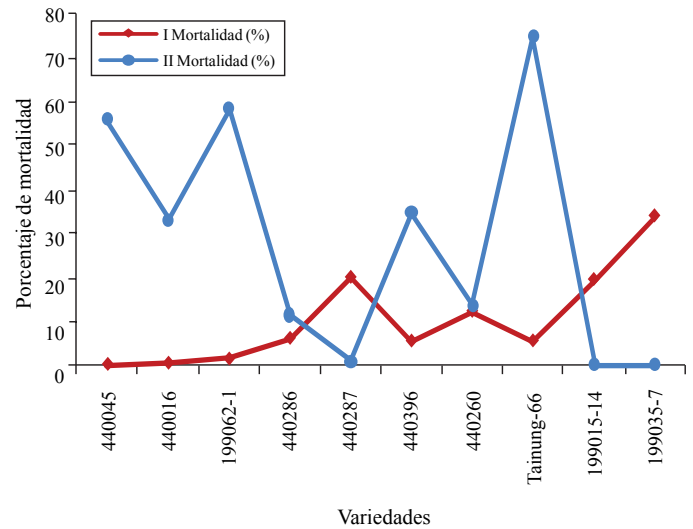


Figura 2. Comparativo y comportamiento de mortalidad por clones.

Figure 2. Comparison and behavior of mortality in clones.

Cuadro 1. Comparativo de rendimientos en raíz y follaje de Clayuca (Valle del Cauca) y Universidad de La Salle (Meta).

Table 1. Comparison of yields in root and foliage yield in Clayuca (Cauca Valley) and La Salle University (Meta).

Variedad	Rendimiento raíz* (t ha ⁻¹)	Rendimiento raíz** (t ha ⁻¹)	Rendimiento follaje* (t ha ⁻¹)	Rendimiento follaje** (t ha ⁻¹)
199035-7	30.62	17.9	13	14.67
199015-14	37.2	7.63	17.49	12.17
199062-1	44.66	19.65	39.9	24.54
440045	50.39	10.13	14.54	19.69
440260	27.95	7.81	8.66	18
440016	13	7.33	sd	9.17
440286	37.71	32.19	sd	19.46
440396	29.2	20.71	sd	23.46
440287	30.7	37.04	sd	17.58
Tainung- 66	26.5	15.08	23.34	7.19

*= datos de Albán (2005); Vásquez (2007); Rodríguez (2008); **= ZEDEO, Universidad de La Salle; sd= sin dato.

En estudios similares de adaptabilidad desde el rendimiento, se concluye que el clon 440045, es élite por presentar un rendimiento de 50.39 t ha⁻¹, situación que en el Piedemonte Llanero no se presentó. De los 10 clones objeto de estudio, solamente tres superaron las 20 t ha⁻¹ en suelos de Piedemonte Llanero, a diferencia de las pruebas realizadas en suelos del Valle del Cauca, donde nueve fueron superiores y sólo el clon 440016 tuvo rendimiento de 13 t ha⁻¹, pero caracterizado por ser rico en carotenos.

production (ARP); low roots production (BRP); high dual purpose (ADP) and low dual purpose (BDP), were 440287, 440286 and 440396, whose yield was above 20 t ha⁻¹ and below 40 t ha⁻¹.

The clones with low root yields (BRP) were 199015-14, 440260 and 440016, with a yield lower than 10 t ha⁻¹. As for those with a dual purpose, that is, with representative productions in both roots and foliage, clones 440396,

Desde el rendimiento en follaje se estableció que de los 10 clones bajo estudio, no hay literatura al respecto sobre cuatro de ellos (440016, 440286, 440396 y 440287). Por lo tanto, el análisis comparativo se adelantó con los seis restantes.

Las pruebas realizadas en Piedemonte Llanero, presentan dos clones con rendimientos en follaje superiores a 20 t ha⁻¹, este es 199062-1 con 24.54 t ha⁻¹, el cual resultó con mejores rendimientos en estudios para el Valle del Cauca y 440396 con rendimiento de 23.46 t ha⁻¹.

De los seis clones comparados, tres de ellos (199035-7, 440045 y 440260) tuvieron rendimientos en follaje superiores en 12.84%, 35.41% y 107.85% respectivamente, frente a los reportados por la literatura para los mismos clones bajo condiciones edáficas y climáticas diferentes.

El análisis sobre adaptabilidad interpretado desde las variables mortalidad y rendimiento por hectárea en raíces, definió coeficientes de correlación favorables (>1) y desfavorables (<1); con lo cual, los resultados comparados entre las dos variables en cuestión permiten identificar los clones 440286 y 440287 como los mejores adaptados al agroecosistema, pues aunque manifiestan tasas de mortalidad media, el rendimiento de su producción es alto, planteando la necesidad de un manejo riguroso de la plantación a fin de incrementar sus resultados económicos (Figura 3).

440286 and 440287 could be considered ADP, whereas 440016, Tainung-66 and 199015-14 were considered as BDP.

Similar studies of adaptability from yield conclude that clone 440045 is elite, since its yield is 50.39 t ha⁻¹, which was not observed in the Piedemonte Llanero. Out of the 10 clones studied, only 3 surpassed 20 t ha⁻¹ in soils of this region, in contrast to the tests conducted in Cauca Valley soils, in which nine were higher and only clone 440016 had a yield of 13 t ha⁻¹, but characterized as rich in carotenes.

From the yield in foliage, it was established that out of the 10 clones under study, there is no literature concerning four of them (440016, 440286, 440396 and 440287). Therefore, the comparative analysis was moved forward with the remaining six.

The tests carried out in the Piedemonte Llanero show two clones with foliar yields higher than 20 t ha⁻¹ (199062-1 with 24.54 t ha⁻¹, which gave better yields tin studies for the Cauca Valley, and 440396, with a yield of 23.46 t ha⁻¹).

Out of the six clones compared, three (199035-7, 440045 and 440260) had higher yields in 12.84%, 35.41% and 107.85% respectively, faced with those reported by literature for the same clones under different edaphic and weather conditions.

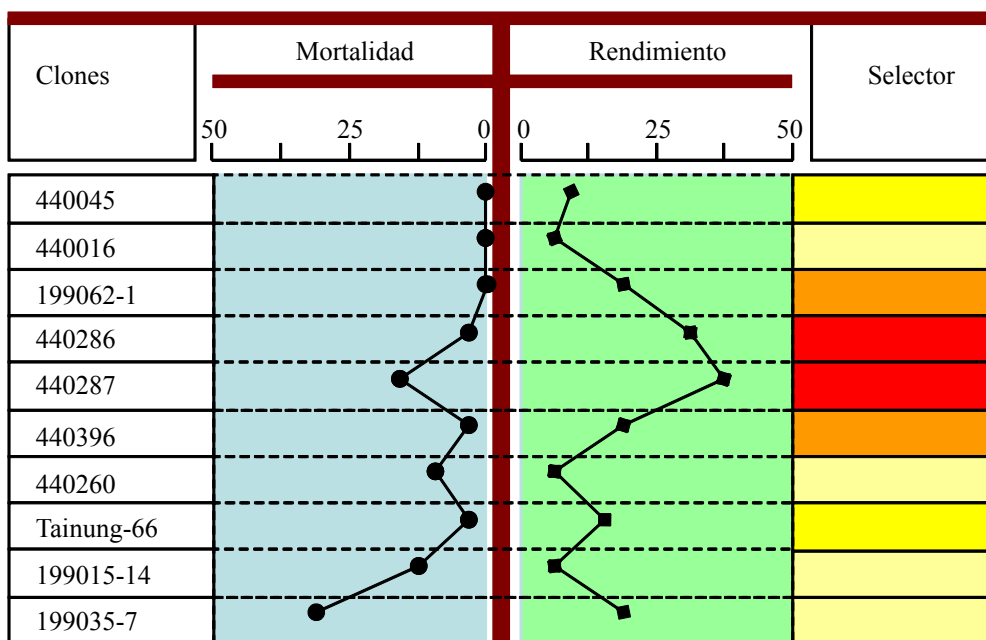


Figura 3. Perfiles, relación y paralelo entre mortalidad y rendimiento como selectores de adaptabilidad.
Figure 3. Profiles, relation and parallels between mortality and yield as adaptability selectors.

En el segundo nivel, el selector indica los clones 440396 y 199062-1. Para un tercer nivel se incluyen 440045 y Tainung-66; los demás clones resultan poco significativos.

Resultados del análisis microbiológico. La presencia de una pudrición en el cuello y raíz, de manera ascendente y localizada, particularmente en los clones 440286, 440396 y 440045, hizo necesario un análisis microbiológico general, buscando determinar si el ataque que manifestó la planta era de tipo bacteriano o micótico.

Debido que el ataque en la raíz, se presentó tanto a nivel interno como externo, requirió de un análisis de la misma con cáscara y sin cáscara. Dando como resultado la presencia de *Pseudomona* spp. con un recuento en unidades formadoras de colonia (UFC-g) superior en el material con cáscara. El clon mayormente atacado fue el 440286, con altos recuentos, tanto con cáscara como sin cáscara.

Además se observó, que los clones que presentaban un alto recuento de *Pseudomona* spp. también presentaban una alta susceptibilidad a la presencia de hongos y levaduras. Las características del hongo eran las siguientes: aterciopelado, color gris y con un halo acentuado alrededor de color negro, por lo que se puede asumir que es un hongo del género *Aspergillus*. En el caso de la levadura esta era lisa, algunas de color gris y otras blancas, se puede asumir la presencia de una *Saccharomyces*.

CONCLUSIONES

La calidad del material vegetativo a reproducir tiene un impacto directo sobre el porcentaje de mortalidad y el grado de adaptabilidad para ocho de los clones estudiados; sin embargo, en los clones 199015-14 y 199035-7 el mayor impacto fue causado por las condiciones edafoclimáticas del agroecosistema.

Las condiciones edáficas y climáticas del agrosistema de Piedemonte Llanero, afecta el rendimiento en raíz y follaje de los clones estudiados, puesto que el clon 440287 supero la tonelada por hectárea reportado por otros estudios.

El clon 440286 a pesar del alto ataque por la *Pseudomona* spp. fue uno de los clones con mayor rendimiento en raíces y follaje cercano a 20 t ha⁻¹. A diferencia de los clones 440260 y el 440045 situación que se manifestó en su baja productividad de raíces con relación a otros estudios.

The analysis on adaptability interpreted from the variables of mortality and yield per hectare in roots, defined favorable (>1) and unfavorable (<1) correlation coefficients, with which the results compared between both variables in question help identify clones 440286 and 440287 as the best adapted to the agroecosystem, because although they present medium mortality rates, their production yield is high. This sets forth the need of a rigorous management of the plantation, so as to increase economic results (Figure 3).

In the second level, the selector indicates clones 440396 and 199062-1. For a third level 440045 and Tainung-66 are included; the remaining clones are scarcely significant.

Results of the microbiological analysis. The presence of rotting in the neck and root in an ascending and localized manner, particularly in clones 440286, 440396 and 440045, created the need for a general microbiological analysis, attempting to determine if the attack displayed by the plant was bacterial or mycotic.

Because the attack on the root was internal and external, an analysis of the root was required with and without the skin. The result of this was the presence of *Pseudomona* spp. with a higher count on colony-forming units (UFC-g) in materials with skin. The most attacked clone was 440286, with high counts, both with and without skin.

It was also noticed that the clones that displayed a higher *Pseudomona* spp. count were also highly susceptible to the presence of fungi and yeast. Fungal characteristics were the following: velvety, gray and with a distinct black halo, hence we can assume it is a fungus of the genus *Aspergillus*. Yeast was smooth, some colored gray and others white; we can also assume the presence of a *Saccharomyces*.

CONCLUSIONS

The quality of the vegetative material to be reproduced has a direct impact on the percentage of mortality and the degree of adaptability for eight of the clones studied; however, in clones 199015-14 and 199035-7, the greatest impact was caused by the edaphic and weather conditions of the agroecosystem.

The edaphoclimatic conditions of the agroecosystem of Piedemonte Llanero, affects the yield in the root and foliage of the clones studied, since clone 440287 surpassed a ton per hectare reported by their studies.

Si la finalidad del establecimiento del cultivo de batata en el Piedemonte Llanero es obtener una fuente proteica con base en el follaje, los clones sugeridos son el 199062-1 y 440396 por presentar rendimientos superiores a 20 t ha⁻¹.

El análisis relativo al proceso de adaptabilidad, determinan que los clones 440186, 440287 y 440396, se adaptaron al agroecosistema del Piedemonte Llanero, pues se clasificaron dentro de los grupos ARP y ADP. Por lo tanto, es posible lograr una mejor adaptabilidad y rendimiento del clon 199062-1 con un manejo riguroso de la plantación.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Trino Triviño Díaz, por los apuntes registrados en su cuaderno de campo y al MSc. Juan Fernando Vela Jiménez por su colaboración.

LITERATURA CITADA

- Albán, Á. A. 2005. Establecimiento y adaptación de 16 cultivares de camote [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] con altos contenidos de carotenos en suelos del CIAT. CIAT. Palmira, Colombia.
- Albán, Á. A. y Cadavid, L. F. 2009. Producción y uso de batata. Clayuca. URL: http://www.ciat.cgiar.org/training/pdf/061018_Sistemas_Produccion_Batata-A_Alban.pdf.
- Almeri, L. 2009. Concentração de micronutrientes em clones de batata com distinta sensibilidade fisiológica ao estresse de aluminio. Santa María. *Ciência rural*. 39(2):379-385.
- Bovell, B. and Adelia, C. 2007. Sweet potato: a review or its past, present, and future role in human nutrition. Elsevier. Alabama. *Adv. Food Nutr. Res.* 52:1-59.

Clone 440286, despite the strong attack by the *Pseudomona* spp. was one of the clones with the highest yield in roots and foliage, close to 20 t ha⁻¹. This was different to clones 440260 and 440045, which was evident from its low root productivity in relation to other studies.

If the purpose of establishing sweet potato as a crop in Piedemonte Llanero is to produce a source of protein based on foliage, the recommended clones are 199062-1 and 440396 for their yields of over 20 t ha⁻¹.

The analysis on the adaptability process determine that clones 440186, 440287 and 440396 adapted to the agroecosystem of Piedemonte Llanero, since they were classified within groups ARP and ADP. Therefore, improving adaptability and yield of clone 199062-1 is possible with a rigorous management of the plantation.

End of the English version



- Bosco, L. C. 2009. Sistema de previsão de ocorrência de requeima em clones de batata suscetíveis e resistentes. Santa María. *Ciência rural*. 39(4):1024-1031.
- Clayuca, 2004. Ventajas productivas de la batata. Boletín electrónico. Clayuca, Cali, Colombia.
- Rodríguez, P. 2008. Caracterización de variedades de batata (*Ipomoea batatas*) con el fin de desarrollar un puré que sea fuente para la elaboración de productos preformados en McCain, Colombia. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia.
- Triviño, D. T. 2009. Informe de avance, cultivos de batata y jatropha en la finca el cortijo, Meta. ULS. Bogotá, Colombia.
- Vásquez, M. R. 2007. La batata forrajera de doble propósito en República Dominicana; consideraciones y resultados sobre su utilización y manejo del cultivo. Universidad ISA. República Dominicana.