

PRODUCCIÓN DE APIO ANDINO EN RESPUESTA AL SUMINISTRO DE FERTILIZANTES

Bruno Añez, Wilmer Espinoza y Jorge Vásquez

Universidad de Los Andes, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.), Mérida-Venezuela

RESUMEN

El trabajo se realizó en un suelo Humitropept típico, franco, de la estación experimental del I.I.A.P.-U.L.A., en Santa Rosa, Mérida, Venezuela, con el objetivo de determinar la influencia de la fertilización química (NPK) y del reabonamiento con nitrógeno en el rendimiento de raíces de apio andino (*Arracacia xanthorrhiza* Banc. clon "chamero"). Se probaron seis dosis de la fórmula 12-12-17/2 "F" (0, 300, 600, 900, 1200 y 1500 Kg.ha-1) y dos niveles de reabonamiento con nitrógeno "R" (0 y 600 Kg de urea.ha-1) en un arreglo de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los mejores rendimientos de raíces comerciales se obtuvieron con 600 Kg.ha-1 de la fórmula 12-12-17/2, suministrados 43 días después de la plantación. El reabonamiento con nitrógeno redujo significativamente el rendimiento de raíces comerciales y aumentó significativamente e independientemente el rendimiento de los hijos del cultivo.

Palabras clave: *Arracacia xanthorrhiza*, fertilización, reabonamiento, rendimiento.

ABSTRACT

This work was carried out on a Typical Humitropept loam soil at Santa Rosa experimental station, State of Mérida, Venezuela, in order to evaluate the method and timing of the fertilizer application on peruvian parsnip (*Arracacia xanthorrhiza* Banc. cv. "chamero"). Six doses (0, 300, 600, 900, 1200 or 1500 Kg.ha-1) of 12-12-17/2 formula, were applied 43 days after planting. In addition, two levels (0 or 600 Kg.ha-1) of urea supplied four month after the application of the formula, were tested using a split-plot factorial arrangement of treatments in a randomized complete blocks design with four replications. The higher marketable roots yield was obtained with 600 Kg.ha-1 of 12-12-17/2 formula. Six hundred Kg.ha-1 of urea significantly decreased the marketable roots yield and increased significant and independently the yield of asexual seeds or suckers of the crop.

Key words: *Arracacia xanthorrhiza*, fertilization, yield.

INTRODUCCIÓN

La especie conocida como apio andino o apio criollo en Venezuela y Puerto Rico; arracacha o racacha en Colombia, Perú, Bolivia, Centro América y Venezuela; virraca en Perú y zanahoria blanca en Ecuador es una planta muy antigua originaria de Los Andes, específicamente del sur de la república de Ecuador.

Según Noguera (199), el apio criollo está clasificado dentro de la familia Apiaceae (Umbe-lliferae), género *Arracacia*, descrita por Bancroft en 1826 como de la especie (*Arracacia xanthorrhiza* Banc.). Es la única en su género que se propaga vegetativamente, se cosecha entre los ocho y catorce meses después de plantada y antes de florecer. Además, es la especie más alta de las Umbelliferae, pudiendo alcanzar hasta 1,5m y la única de la familia Apiaceae domesticada en América. Su pariente antecesor silvestre se desconoce (Faillece *et al.*, 1973; Lozano *et al.*, 1998).

Se ha encontrado una amplia variabilidad en la especie, particularmente en relación con las caracter-

ísticas de forma, color de follaje y de la raíz. Las hojas varían de amarillo-verdoso, verde claro, bronceado hasta púrpura y las raíces pueden tener la pulpa de color blanco, amarillo o morado (Lozano *et al.*, 1998). De hecho, en el Centro de Investigación de Cultivos Andinos (C.I.C.A.) se han colectado 50 clones de apio andino, los cuales se conservan actualmente en la Facultad de Agronomía de la Universidad Técnica de Cajamarca en Perú (Noguera, 1999).

El cultivo parece estar bien distribuido en los valles andinos de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela en alturas comprendidas entre los 1.000 y 2.500 msnm. Sin embargo, las mejores raíces se obtienen a alturas entre 1.700 y 2.200 msnm con temperaturas medias anuales entre 18 y 15°C respectivamente (Faillece *et al.*, 1973).

En Venezuela para 1997, se produjeron 26.119 t en 1.987 hectáreas cosechadas con un rendimiento promedio de 13.145 Kg.ha-1. La situación para los Andes ese mismo año se muestra en el Cuadro 1.

La producción representó el 91,49% del total nacional en sólo el 83,99% de la superficie cosechada, indicación inequívoca de que los rendimientos en Los Andes fueron los más altos del país.

El apio andino es considerado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O.) como un especie de alto valor nutritivo, económica, productiva, con potencial para la industria e incluso medicinal. En Los Andes se usa como ingrediente en la alimentación humana, como fuente de energía, de minerales (calcio y fósforo) y de vitaminas. Su follaje se consume en ensaladas crudas y cocidas; precisamente, por ser consumido como el verdadero apio España europeo o celery americano (*Apium graveolens*) se le dió el nombre de apio andino. La cepa o corona de las raíces posee cerca de 9% de proteína y es utilizada en la alimentación de ganado lechero. Del follaje seco se puede elaborar harina para alimentación animal (Lozano *et al.*, 1998; Noguera, 1999).

Cien gramos de pulpa fresca de apio andino contienen 73,62 g de humedad; 22,71 g de azúcares; 0,42 g de grasa; 1,08 g de ceniza; 0,979 g de fibra; 1,2 g de proteína; 101 calorías; 44,96 mg de calcio; 52,98 mg de fósforo; 4,23 mg de hierro; 64,12 mg de magnesio; 2,4 mg de potasio; 9,5 ppm de manganeso; 9,1 ppm de cinc; 0,2 ppm de yodo; 24 UI. De ácido ascórbico (vitamina C), 670 mg de vitamina A; 0,066 mg de tiamina; 0,04 mg de riboflavina; 3,55 mg de niacina; 0,03 mg de piridoxina (Noguera, 1999).

El apio criollo es considerado erróneamente como un cultivo resistente y adaptable a suelos marginales (pendientes, pobres, degradados, etc.) Pero en realidad es una raíz hortícola exigente en suelos sueltos, profundos, sin impedimentos al crecimiento y desarrollo completo de las raíces. Suelos con buen drenaje, alto contenido de materia orgánica, pH moderadamente ácido -5,6-, textura franca o franco-arenosa,

con buena estructura y bien dotados de nutrientes, especialmente de fósforo, potasio y boro (Faillace *et al.*, 1973; Noguera, 1999).

Faillace *et al.*, (1973) recomiendan aplicar el abono al momento de plantar, alrededor de los hijos antes de cubrirlos con tierra ó a los 40 días después de plantados, se puede también, dividir en dos partes la cantidad total del fertilizante, una al plantar y la otra, tres meses después.

Briceño y Suarez, (1977) usaron una fertilización de 600 Kg.ha-1 de la fórmula 10-10-15 y varias aplicaciones foliares de boro, sin mencionar la época ni la forma de aplicación de la fórmula completa.

La concentración de la producción venezolana de apio criollo en los Andes, encabezada por el estado Mérida con el 53,9% del total nacional para 1997, la seguridad de contar con suficiente superficie de tierras –sólo en los valles de Capurí, el caserío El Molino y el municipio Guaraque situados al sur del estado Mérida, existen cerca de 6.500 hectáreas edafoclimáticamente aptas para el cultivo–, la fuerza de trabajo de alrededor de 650 familias tradicionalmente apiocultoras (Noguera, 1999), aunado a la escasa información que se ha generado sobre el cultivo, tanto en forma general en Venezuela como particularmente en la región andina nos animó a emprender un programa de mejoramiento integral del apio criollo, el cual comenzamos con este estudio, cuyos objetivos fueron: 1. Determinar la influencia de la fertilización química (NPK) en el rendimiento del cultivo y 2. Evaluar como afecta el reabonamiento con nitrógeno su producción de raíces y de hijos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en la estación experimental del I.I.A.P.-U.L.A., en Santa Rosa, Mérida, Venezuela (08°35'30" N, 71° 08' 30" W), altitud 1920

Cuadro 1. Superficie cosechada, producción y rendimiento medio de apio andino para los estados andinos de Venezuela en 1997.

Estado	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento Medio Kg.ha-1
Mérida	928	14.080	15.172
Táchira	542	6.164	11.372
Trujillo	198	3.653	18.449
Total	1.669	23.897	14.318

msnm, la precipitación y evaporación totales y la temperatura media durante el ciclo (plantación-cosecha) del cultivo, entre el 26-05-99 y 20-03-2000, fueron 1900,10 mm, 1360,38 mm y 17,24°C respectivamente. El suelo de textura franca, fue clasificado según el Soil Taxonomy (1975) como Humitropept típico. En el Cuadro 2, se señalan sus principales características, las cuales fueron determinadas de una muestra compuesta del horizonte superficial (0-0,2 m).

Para la mayor comprensión de los términos botánicos usados en este estudio, se describen algunos órganos del apio andino siguiendo a Faillace *et al.*, (1973).

Tallo. "El tallo está formado por una cepa llamada

Cuadro 2. Análisis de suelo del sitio del ensayo

CLASE TEXTURAL	pH 1:2	C.O %	N. total %	C/N	P.Olsen (ppm)	K. aprov. Meq.100g-1	Mg.aprov. Meq.100g-1	Ca.aprov. Meq.100g-1
F	5,46	3,11	0,15	20,7	60	0,69	1,12	4,92

"madre" y los hijos con sus hojas. La cepa es cilíndrica de tres a diez cm de largo por dos a ocho cm de diámetro, cubierta por muchos surcos transversales configurando una superficie rugosa".

Hijos. "De yemas axilares de la parte superior de la cepa emergen brotes adheridos a aquella, por medio de una base angosta y curvada, ensanchándose hacia arriba semejando un cono invertido. Presentan gran cantidad de entrenudos angostos cubiertos de escamas foliares. En su extremo superior brotan de cuatro a diez hojas en cada hijo. Una vez separados de la cepa, emiten raíces en sus entrenudos inferiores formando una nueva planta".

Raíz. "La cepa en su parte inferior emite de 4 a 10 raíces laterales, ovoides o cónicas de 5 a 25 cm de largo por 2,5 a 6 cm de diámetro. Cada raíz se une a la cepa mediante un cuello estrecho extendiéndose hacia una base ancha y redondeada. El cuerpo de la raíz carnosa puede ser recto o curvado".

"Al cosecharse el apio criollo, los hijos se arrancan de la cepa, se dejan de tres a diez días a la sombra, se cortan perpendicularmente por su base para facilitar el enraizamiento. Se corta la parte superior del follaje, dejando el brote con una longitud de 15 a 30 cm, quedando listos para plantar".

En el estudio se usó una población de 16.666 plantas.ha-1 (1,2 m, entre hileras x 0,5 m dentro de

las hileras). La preparación del suelo se hizo con tractor, mediante un pase de arado, dos pases de rastra, cruzados, luego se surcó y se terminó de acondicionar con escardilla. La plantación se efectuó el 26-05-99 con semilla asexual (hijos) de apio andino traída de la parroquia El Molino, de los llamados "pueblos del sur" del estado Mérida, el cultivar es conocido localmente como "chamero" o "chamerito" cuyas características más sobresalientes son: plantas de gran desarrollo con un promedio de 0,6 m de alto y 1,10 de dosel, follaje verde claro y la pulpa de la raíz de color amarillo.

El área efectiva de plantación fue de 7,2 m², donde se colocaron tres hileras de cuatro plantas cada una, con un total de 12 plantas por tratamiento.

Se usó el diseño experimental de bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones y los tratamientos siguientes:

Para las parcelas principales:

1. 0 fertilización química de base
2. 300 Kg.ha-1 de la formula 12-12-17/2
3. 600 Kg.ha-1 de la formula 12-12-17/2
4. 900 Kg.ha-1 de la formula 12-12-17/2
5. 1200 Kg.ha-1 de la formula 12-12-17/2
6. 1500 Kg.ha-1 de la formula 12-12-17/2

Para las subparcelas:

- A. Sin reabonamiento
- B. Reabonamiento con 600 Kg.ha-1 de úrea (276 Kg de N)

La fertilización se realizó el 8-7-99; 43 días después de la plantación. Para tal fin, el abono se suministró alrededor de cada planta y se cubrió con tierra.

El reabonamiento con urea se efectuó el 08-11-99, en la misma forma de la fertilización de base.

Durante el ciclo de cultivo, se hizo control de malezas con escardilla, se usó riego por aspersión para complementar el aporte de las precipitaciones y suplir los requerimientos hídricos del apio criollo.

La plantación se mantuvo bastante sana, salvo por

los ataques de afidos, posiblemente *Rhopa-loziphum* sp., al inicio del ciclo y posteriormente de la bacteria *Pseudomonas apii*, los cuales fueron bien controlados con aplicaciones de Malathion al 0,3% la plaga y con Kasumin (Kasugamicina) al 2% + adherente, alternado con cobrex (oxicloruro de cobre) al 0,5% la enfermedad.

La cosecha se efectuó el 20-03-2000 sobre un área de 7,2 m². Se registraron los datos siguientes: rendimiento en kg. 7,2 m⁻² de raíces comerciales (superiores a 70 g), no - comerciales y de los hijos. Además de estos datos, el rendimiento de raíces + los hijos fueron analizados estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cosecha del apio criollo se efectuó el 20-03-2000, 299 días después de plantado. El rendimiento de las raíces comerciales fue significativamente influido por los tratamientos (Cuadro 3).

La significancia de la interacción fertilización de fondo x reabono (F x R), se manifiesta por una diferencia en la magnitud de la respuesta de rendimiento del apio andino a la fertilización de fondo (F) por cada unidad de reabono suministrado (R) y por un cambio en la dirección de esa respuesta. En la Figura 1, se notan claramente las dos manifestaciones de la interacción FxR.

Al Comprobarse que bajo las condiciones del estudio, los rendimientos medios en Kg. 7,2 m⁻² fueron significativamente inferiores al suministrarse nitrógeno como reabono ($5,5083 < 5,875$), se procedió a calcular la ecuación de regresión que mejor permitió determinar la variación provocadas en los rendimientos de apio criollo por cada unidad de cambio ocurrida en la fertilización de fondo (Figura 2).

El análisis de variancia de los rendimientos de raíces no comerciales en Kg. 7,2 m⁻² señaló diferencias significativas entre los tratamientos. La interacción FxR fue significativa.

En el Cuadro 4, se muestra que el rendimiento de los hijos (semilla vegetativa) en Kg. 7,2 m⁻², fue significativa e independientemente afectado por el suministro de nitrógeno como reabono. La prueba de medias detectó diferencia significativa a favor de las parcelas reabonadas (Cuadro 5).

Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% de acuerdo con la prueba "t" de Student.

El rendimiento total de las raíces (comerciales y no - comerciales) + los hijos mostraron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 6).

La significancia de la interacción FxR, sin detectarse significancia en la fertilización de fondo ni en el reabono con nitrógeno nos indujo a probar las medias de los tratamientos de las sub-parcelas en las diferentes parcelas principales (Cuadro 7).

Las medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% de acuerdo con la prueba de Student modificada para probar medias de diferentes clases (Little y Hills, 1978)

Los productos de este estudio hacen evidente que los rendimientos de raíces comerciales de apio andino fueron afectados negativamente por el reabonamiento con nitrógeno. Al parecer el nitrógeno aceleró la rata de crecimiento de los hijos en detrimento de las raíces, vale decir, se desviaron los foto-asimilados y se redujo la tasa de suplencia de carbohidratos, retardando el llenado de las raíces. Los tratamientos reabonados presentan mayor número de raíces pequeñas (no-comerciales), mostrando competencia de los foto-asimilados por dos destinos distintos (raíces e hijos), señalando además, que las cantidades derivadas hacia las raíces no fueron suficientes en el lapso de 132 días (reabonamiento-cosecha) para que un número mayor de raíces superara el umbral de los 70 g de peso y pasara así, a la categoría de raíces comerciales. Esto nos abre la posibilidad de emprender estudios con reabonamientos a diferentes épocas y con otros elementos fertilizantes, especialmente fósforo, potasio y boro, el primero por su acción sobre el desarrollo radical y puntos meristemáticos y los otros dos, por su conocida influencia en el transporte de carbohidratos dentro de las plantas, y, también la de realizar trabajos sobre el destino de los foto-asimilados con reabonamiento y sin él, para establecer con toda propiedad si existe competencia por ellos, entre los hijos y las raíces del apio criollo, como parecen sugerir los resultados obtenidos en este estudio.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, dentro de los límites y condiciones del estudio se puede concluir lo siguiente:

1. Los mejores rendimientos de raíces comerciales de apio andino se obtuvieron con 600 Kg.ha⁻¹ de la formula 12-12-17/2, suministrados 43 días después de la plantación.

Cuadro 3. Análisis de variancia de rendimiento de raíces comerciales en Kg.7,2 m⁻² de apio andino bajo diferentes dosis de fertilizantes y reabonamiento con nitrógeno.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	F. Calculadas
Sub-parcelas	72,4567	
Parc. Principal	49,5567	
Repeticiones	6,0350	1,9709 NS
Fertilización (F)	28,2117	5,5269 **
Comp. Lineal de F.	(0,4686)	0,4591 NS
Comp. Cuadrat. de F.	(0,0152)	0,0149 NS
Comp. Cúbico de F.	(3,5204)	3,4490 NS
Comp. Cuartico de F.	(23,7902)	23,3077 **
Comp. Quint. de F.	(0,4172)	0,4087 NS
Error (a)	15,3100	
Reabono (R)	1,6134	5,5788 *
F x R	16,0816	11,1214 **
Comp. Lineal de FR	(0,0121)	0,041 NS
Comp. Cuad. de FR	(13,3172)	46,0484 **
Comp. Cúbico de FR	(0,1647)	0,5695 NS
Comp. Cuartic. de FR	(2,3207)	8,0246 *
Comp. Quint. de FR	(0,2669)	0,9229 NS
Error (b)	5,2050	

Y = 5,6917 Kg.7,2 m⁻² de raíces comerciales. NS. No Significativa. *Significativa (P<0,05). **Altamente Significativa (P<0,01). CVa = 17,75%. CVb = 9,45%

Cuadro 4. Análisis de variancia de los rendimientos de hijos en Kg.7,2 m⁻² de apio andino bajo diferentes dosis de fertilizantes y reabonamiento con nitrógeno.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	F. Calculadas
Sub-parcelas	57,7815	
Parc. Principal	34,8800	
Repeticiones	10,7353	2,5136 NS
Fertilización (F)	2,7913	0,3922 NS
Error (a)	21,3534	
Reabono (R)	6,3256	8,8088 **
F x R	3,6510	1,0169 NS
Error (b)	12,9249	

Y = 4,2276 Kg.7,2 m⁻² de hijos. CVa = 28,2228% ; CVb = 20,04475%.

Cuadro 5. Valores medios de rendimiento de hijos en Kg.7,2 m⁻² de apio andino con reabono (B) y sin el (A).

Tratamientos	A	B
Medias	3,8646 b	4,5906 a

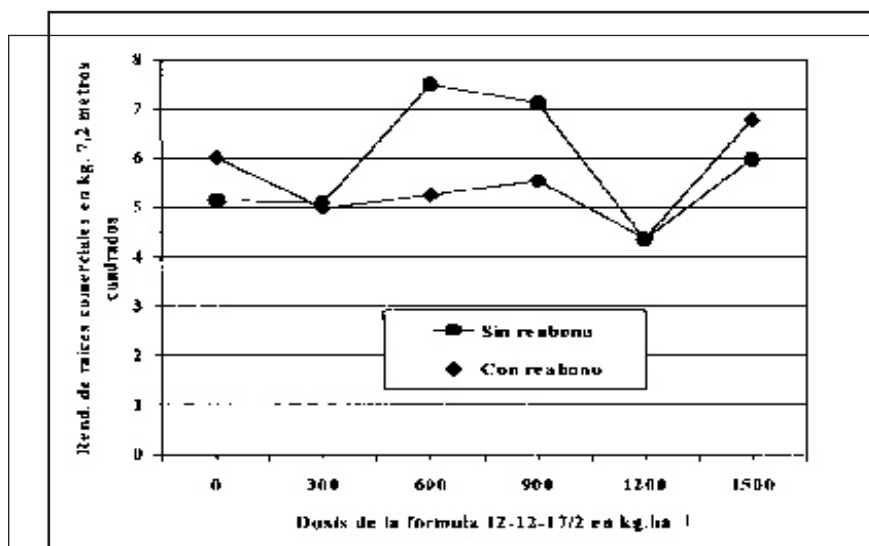


Figura 1. Interacción de los rendimientos de apió andino sin reabono y con reabono de 276 kg de N.ha⁻¹.

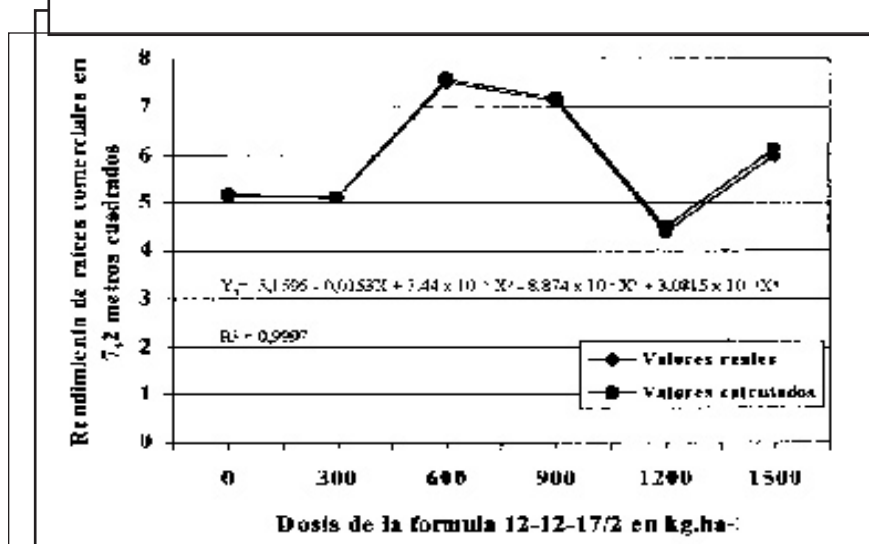


Figura 2. Rendimiento de raíces comerciales de apió criollo bajo diferentes dosis de fertilizante.

Cuadro 6. Análisis de variancia de rendimiento de total de raíces (comerciales y no-comerciales) + los hijos en Kg.7,2 m² de apió andino bajo diferentes dosis de fertilizantes y reabonamiento con nitrógeno

Fuente de variación	Suma de cuadrados	F. Calculadas
Sub-parcelas	164,6199	
Parc. Principal	127,8077	
Repeticiones	35,9322	3,0351 NS
Fertilización (F)	32,6807	1,6563 NS
Error (a)	59,1948	
Reabono (R)	2,7194	3,8237 NS
F x R	21,2921	5,9876 **
Error (b)	12,8007	

Y= 11,4141 Kg.7,2 m² de hijos. CVa = 17,4042% ; CVb = 7,3885%

Cuadro 7. Valores medios de rendimiento total de raíces + hijos en Kg.7,2 m⁻² de apio andino bajo diferentes dosis de fertilizantes y reabonamiento con nitrógeno.

Tratm.	900A	1500B	600A	600B	0B	900B	1200B	300B	0A	1500 ^a	300A	1200A
Medias	13,050	12,7375	12,6438	11,8875	11,8375	14,4688	11,0313	10,9500	10,9250	10,8875	10,6625	8,8875
Clasific.	a	a	a	a	a	ab	ab	ab	ab	Ab	ab	b

2. El reabonamiento con 600 Kg.ha⁻¹ de urea cuatro meses después de la fertilización de fondo redujo significativamente el rendimiento de las raíces comerciales.
3. El rendimiento de hijos fue significativa e independientemente aumentado con el reabonamiento de 600 Kg.ha⁻¹ de úrea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRICEÑO, A. J., y F. SUÁREZ. 1977. *Efecto del tamaño de la semilla de siembra en el crecimiento y rendimiento del apio criollo (Arracacia xanthorrhiza* Banc.) I.I.A.P. Fac. Ciencias Forestales, ULA, Mérida, Venezuela. 13p., 8 fig.
- FAILLACE, P., G., T. NIETO DE, C. DÁVILAA., P. PÉREZ A., y D. ROMERO. 1973. El apio andino. *Documento* N°.2 de la Corporación de los Andes. Mérida, Venezuela. 95p.
- LITTLE, T. M.; and F. J. HILLS. 1978. *Agricultural experimentation. Design and analysis*. John Wiley and Sons, N. York.
- LOZANO, D. A., E. R. ESPINOSA, E. VALBUENA, G.A. LIGARRETO y L. M. REYES. 1998. Establecimiento in vitro de diez variedades de la colección colombiana de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). *Revista Comalfi*, XXV (1-3): 12-14.
- NOGUERA, L. 1999. Estudio preliminar sobre la agroindustrialización integral de especies marginales y de alto valor nutricional a través de AgroPlaneta, C.A., Mérida, Venezuela. Mimeografiado 38p.
- SOIL SURVEY STAFF. 1975. Soil taxonomy. *Agric. Handbook* 436. SCS. USDA. 754p.
- VENEZUELA. 1997. *Anuario Estadístico Agropecuario 1997*. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección General Sectorial de Planificación y política. Dirección de Estadística Informática, Caracas.