

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE 4 VARIEDADES DE BONIATO (*Ipomoea batatas*) PARA LA
ALIMENTACIÓN DE CERDOS Y UTILIZACIÓN DEL FOLLAJE EN LA
ALIMENTACIÓN DE CERDAS GESTANTES

por

Mario Alejandro REMEDIOS DEMATTEIS

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2012

Tesis aprobada por:

Ing. Agr. Nelson Barlocco

Ing. Agr. Washington Bell

Ing. Agr. Esteban Vicente

Ing. Agr. Pablo Cracco

Fecha:

28 de diciembre de 2012

Autor:

Mario Remedios

AGRADECIMIENTOS

Por su apoyo incasable y crítico, constante, y por tantos sentimientos que no se expresan en papel, agradezco a mi mamá Nina y a mi viejo Yayo, a mi abuelo Alfredo con melancolía, y a la abuela Carmen.

Por su apoyo en esta tesis a Nelson Barlocco y Washington Bell. A Pablo Cracco, Esteban Vicente, Estela Priore, Rafael Wins, Luisina Claret y Sully Toledo. A Danilo Gómez con mucho aprecio. A Bruno, Carlos y Julio, con quienes armamos las primeras preguntas que me llevaron a pensar en hacer esta tesis. Al Compa Ricardo, Teresa, Tanya y Nacho.

A los compañeros que me ayudaron en los trabajos de campo y en el laboratorio.

Como corolario de cierta formación en Facultad, como significan las tesis, he aprendido lo mejor de ciertos compañeros. Quisiera sintéticamente agradecer a mis hermanos y hermanas de la Asociación de Estudiantes de Agronomía, y la FEUU. Especialmente a Leandro Lena, el Turco, el Paysano, Matute, Tacuabé, el Araña, el Quique, el Goyo, el Engendro, Ivanna, Sofía, Manuel, el Biyo, el Peludo, Guillote, Juan, y Valeria. A Stella Grun, Lilián Frioni, Fernando Nan, Pedro Arbeletche y Mario Costa por su compañía y consejos en los primeros años de Facultad en Salto. A los malos de la Lista 1, especialmente Antonio Vadell y Mario García. A los compas de AFFAYD, con quienes compartí mucho aprendizaje, especialmente a Enrique Coronel compañero de buenas charlas de pasillo. A Mariano, al Ale, a Marito. A los Diegos, Alejandro y Daniel Morena.

A la música que me acompañó en todo este período. A los espacios y proyectos que he compartido y comparto en un ida y vuelta cotidiano. A los mismos de siempre, los de profundas aspiraciones, por ser la constante en este tiempo. A los amigos de Porto Alegre, Río de Janeiro, San Pablo y Santa Catarina. Al amigo Albert y las largas tertulias de literatura, filosofía y política. A las maestras y alumnos de las Escuelas 290 y 238, y el Colegio San José. A los amigos y compañeros del Portal Amarillo, a los muchachos que hacen de tripa corazón buscando zafar.

A los cazadores de ilusiones, de la tribuna popular más soleada, la gloriosa Ámsterdam.

A Jorge Vega. A la Avenida Jorge Salerno y su vera libre, aromada, ahumada, asados y fraternidad.

A Pablo Carlevaro y la centre half.

A Sergio Silva: "... hagan del campo un edén".

TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|--|--------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN..... | II |
| AGRADECIMIENTOS..... | III |
| LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES..... | VI |
| | |
| 1. <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> | 3 |
| 2.1. LA CRÍA DE CERDOS A CAMPO Y LA PROPUESTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA..... | 3 |
| 2.2. EL CULTIVO DE BONIATO..... | 4 |
| 2.2.1. <u>Producción de boniato en Uruguay</u> | 4 |
| 2.2.2. <u>Generalidades del cultivo</u> | 5 |
| 2.2.3. <u>Potencial de uso en producción animal</u> | 9 |
| 2.2.4. <u>Valor nutritivo</u> | 11 |
| 2.3. LA CERDA GESTANTE..... | 13 |
| 2.3.1. <u>Requerimientos nutricionales</u> | 13 |
| 2.3.2. <u>Consumo de boniato por cerdos</u> | 15 |
| 2.4. PREDICCIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL ALIMENTO..... | 15 |
| 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> | 18 |
| 3.1. LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS..... | 18 |
| 3.2. EVALUACIÓN DE DOS CLONES Y DOS VARIEDADES DE BONIATO..... | 18 |
| 3.2.1. <u>Variedades y clones</u> | 18 |
| 3.2.2. <u>Variables estudiadas</u> | 18 |
| 3.2.3. <u>Manejo del cultivo</u> | 18 |
| 3.2.4. <u>Conducción del experimento</u> | 20 |
| 3.2.5. <u>Procesamiento de muestras</u> | 20 |
| 3.2.6. <u>Estimación de rendimiento</u> | 20 |
| 3.2.6.1. Estimación de Producción..... | 20 |
| 3.2.6.2. Análisis estadístico..... | 21 |
| 3.3. EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE PA DE BONIATO..... | 21 |
| 3.3.1. <u>Duración del experimento</u> | 21 |
| 3.3.2. <u>Animales experimentales</u> | 21 |
| 3.3.3. <u>Instalaciones</u> | 22 |
| 3.3.4. <u>Tratamientos</u> | 22 |
| 3.3.5. <u>Los alimentos</u> | 22 |
| 3.3.5.1. Concentrado..... | 22 |
| 3.3.5.2. Parte aérea de boniato..... | 23 |
| 3.3.6. <u>Conducción del experimento</u> | 23 |
| 3.3.7. <u>Procesamiento de muestras</u> | 23 |

| | |
|--|----|
| 3.3.8. <u>Diseño estadístico</u> | 24 |
| 4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> | 25 |
| 4.1. <u>EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES Y DOS CLONES DE BONIATO</u> | 25 |
| 4.1.1. <u>Estimación de producción</u> | 25 |
| 4.1.2. <u>Potencial nutricional</u> | 29 |
| 4.2. <u>PRUEBA DE CONSUMO</u> | 31 |
| 4.2.1. <u>Consumo de PA de boniato</u> | 31 |
| 4.2.2. <u>Capacidad para cubrir los requerimientos de la cerda gestante</u> | 32 |
| 5. <u>CONCLUSIONES</u> | 35 |
| 6. <u>RESUMEN</u> | 36 |
| 7. <u>SUMMARY</u> | 37 |
| 8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 38 |
| 9. <u>ANEXOS</u> | 46 |

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

| Cuadro No. | Página |
|---|--------|
| 1. Principales características para cuatro variedades de boniato | 8 |
| 2. Parámetros para evaluar y categorizar clones de boniato | 9 |
| 3. Evaluación de variedades de boniato para producción de forraje..... | 10 |
| 4. Composición química de la planta de boniato (BS %) | 11 |
| 5. Requerimientos energéticos de la cerda gestante en sistemas a campo | 13 |
| 6. Análisis de suelo del potrero donde se realizó el cultivo de variedades..... | 18 |
| 7. Formulación del concentrado..... | 21 |
| 8. Producción estimada de las variedades estudiadas según fracciones evaluadas en BF (Kg/ha) | 24 |
| 9. Producción estimada de cada cultivar evaluado (MS kg /ha) | 24 |
| 10. Rendimiento promedio por planta, de las variedades estudiadas para PA, RC, y RNC (g)..... | 25 |
| 11. Categorización de las variedades estudiadas en base a atributos de producción | 26 |
| 12. Análisis de composición química de parte aérea de cuatro variedades de boniato (% Base Seca)..... | 27 |
| 13. Estimación de energía digestible y producción de proteína de follaje de boniato | 28 |
| 14. Estimación de energía digestible y producción de proteína de raíz de boniato | 28 |
| 15. Consumo promedio diario de follaje de boniato por cerdas gestantes según tratamiento | 29 |
| 16. Composición química de la PA ofrecida y el material rechazado. | 30 |
| 17. Requerimientos de cerdas gestantes y aportes de la ración y follaje de boniato en T1 | 31 |
| 18. Requerimientos de cerdas gestantes y aportes de la ración y follaje de boniato en T2..... | 31 |
| 19. Requerimientos de cerdas gestantes y aportes de la concentrado y follaje de boniato en T2..... | 32 |
| | |
| Figura No. | |
| 1. Producción y superficie cultivada de boniato en los últimos años..... | 6 |
| 2. Registro mensual de lluvias para zafra 2008 – 2009 en comparación con histórico 1971 – 2000 (mm) | 19 |

| | |
|--|----|
| 3. Procedimiento para estimar producción de las variedades y clones de boniato en estudio..... | 20 |
| 4. Consumo promedio por día y tratamiento (g MS) | 30 |

1. INTRODUCCIÓN

Desde mediados del siglo XX el desarrollo del conocimiento en materia de producción animal tuvo como elemento central la productividad animal. Los avances alcanzados a través del trabajo en materia de genética y nutrición fueron claves para arribar a los postulados planteados. Los conjuntos de estas novedosas técnicas fueron llamados “paquetes tecnológicos productivistas” (PTP), los cuales propusieron el confinamiento intensivo concentrando una gran cantidad de animales (Barlocco, 2007).

La poca importancia que se le dio a las externalidades de estos sistemas como la alta concentración microbiana, la gran cantidad de efluentes, así como la escasa atención brindada a la salud del productor, el bienestar animal, y la calidad del producto obtenido, empezaron en la década del 70 a ser objetos de crítica (Barlocco, 2007).

Estos paquetes tenían su origen en el Hemisferio Norte, donde las formas más modernas de producción exigían una mayor escala productiva que la de Uruguay e insumos de altos costos, dejando de lado los recursos históricamente usados para la producción porcina local. Mientras, en nuestro país unos pocos establecimientos de gran tamaño incorporan este paquete apoyados por subsidios del Estado para lograr su sostenimiento (Vadell, 2005b).

Los otros productores, los que componen la llamada Producción Familiar, fueron los principales afectados por estas políticas de producción y promoción de tecnología. En lugar de recibir subsidios para acceder a estos altos costos e inversiones debieron tomar créditos en una economía de libre mercado, lo que condujo a grandes impactos entre ellos el endeudamiento en el sector, y en muchos casos la expulsión del rubro, del circuito comercial, e incluso de la tierra. Fenómeno no casual, de índole regional y mundial, en todos los rubros productivos (Barlocco, 2007).

Entre los años 1980 y 2000 la cantidad de productores de cerdo disminuyó en un total de 12920 que significaban el 40,5% del total de emprendimientos con cerdos (URUGUAY. MGAP, 2003). Según el Censo Agropecuario al año 2000 existían 18918 empresas con cerdos, que significaban un 36,3% del total. El 90,5% de las explotaciones poseen en promedio 25 animales representando en su totalidad el 26% del rodeo del país (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2000).

La producción de cerdos en Uruguay, desde sus raíces, se ha realizado en sistemas extensivos a campo, con utilización de pasturas naturales como fuente de alimentación siendo económicos y no competitivos con la alimentación humana. También la alimentación en estos sistemas ha contado con recursos temporales como el aprovechamiento de rastrojos de cultivos cerealeros, subproductos de la agroindustria, e incluso con la mezcla de granos y harinas oleaginosas, arreglados en concentrados, para abastecer el 100% de los requerimientos de los animales (Vadell et al., 2005a).

El cultivo de boniato, más allá de la producción de raíces con destino a la alimentación humana, encierra una serie de conocimientos empíricos acerca de su utilización en la producción animal como alimento, tanto el follaje como las raíces que no son comercializadas ya sea por el escaso como el excesivo peso.

Se trata de un cultivo rústico, adaptado a diversas condiciones de producción, tolerante a la sequía y el calor, y de baja demanda en el uso de agroquímicos. Se produce casi exclusivamente en predios familiares por el bajo costo de producción y donde el componente mano de obra es desarrollado principalmente por la familia (URUGUAY. MGAP. DSA. DIGEGRA 2010a, URUGUAY. MGAP. DSA. DIGEGRA y CAMM 2010b).

El estudio de este cultivo para uso en la alimentación porcina fue el motor para las primeras preguntas en torno a buscar propuestas que puedan integrarse a estrategias de alimentación alternativas a las promovidas por los PTP. Los datos de otros países alentaron la idea y así se procedió a la evaluación como una alternativa más para la dieta de estos animales. En función de esto se establecieron dos objetivos para el presente trabajo.

El primer objetivo es evaluar el rendimiento de dos variedades y dos clones de boniato, considerando tanto el producto comercial como el no comercial y su potencial utilidad como alimento para cerdos.

El segundo objetivo es evaluar el consumo por parte de cerdas gestantes del follaje de la planta de boniato en estado fresco y el efecto que pueda tener diferentes niveles de oferta de concentrado.

En caso de verificarse un buen potencial de uso de las variedades y clones, y observar un buen nivel de consumo de la parte aérea se podría incorporar a las dietas del plantel reproductor atacando así la estructura de costos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. LA CRÍA DE CERDOS A CAMPO Y LA PROPUESTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

La mayoría de los países de América Latina se ven enfrentados a constantes crisis en el sector de la producción porcina. Esta situación ha llevado al desaliento, o incluso al abandono de esta actividad a gran parte de los productores de cerdos. Las modernas técnicas de producción procedentes de los países desarrollados, exigen grandes inversiones que muchas veces no están al alcance de los pequeños y medianos productores de cerdos. Los altos costos de instalación, de equipamiento y alimentación, sumado a importantes fluctuaciones en el precio final que recibe el productor, determinan muchas veces la inviabilidad de la empresa porcina (Vadell, 1999).

Estas modernas técnicas han sido propuestas tecnológicas que han tenido como criterio central la productividad animal, organizando progresos registrados en las áreas de genética, nutrición, alojamientos, entre otras. Esto generó arreglos tecnológicos dándole poca o ninguna importancia a los efectos de éstos sobre el medio ambiente, la salud humana, el bienestar animal, o la calidad del producto obtenido, ante la evidente concentración de efluentes y la alta carga microbiana generada por la gran concentración de animales en el espacio (Barlocco, 2007).

Como antagonismo a esas producciones científicas, es destacable considerar que la historia de la cría de cerdos a campo en el país está íntimamente ligada al uso de los ecosistemas pastoriles como recurso alimenticio para el cerdo de carácter permanente, económico y no competitivo con la alimentación humana. Los ecosistemas pastoriles del Uruguay poseen condiciones favorables para la producción de pasto durante todo el año que ha sustentado una arraigada costumbre de complementar la alimentación de los cerdos mediante el libre acceso a dichos ecosistemas pastoriles naturales o cultivados (Vadell, 2005b).

Ante esta situación, la Facultad de Agronomía comenzó hace ya varios años a estudiar un sistema de producción de cerdos viable para pequeños y medianos productores. Vadell (1999) señala que para abordar el modelo propuesto, la interrogante inicial no fue orientada a saber qué es lo mejor para darle de comer al cerdo, sino conocer qué poseemos como alimento para ofrecerle al cerdo.

En forma resumida se debe señalar que la propuesta destaca la realización de todos los procesos productivos a campo: utilización de genotipos rústicos en planes de cruzamientos, empleo de un solo tipo de instalación de campo, y la incorporación de pasturas en sustitución parcial del alimento concentrado.

La propuesta también ha sido desarrollada en el marco de premisas básicas que consideran una mínima inversión, que pudiera ser fácilmente adoptada por la mayoría de los productores del país, respetar el comportamiento animal con la menor agresión al medio ambiente, e integrar el rubro porcino a otros rubros de producción.

Varios trabajos caracterizan el sistema propuesto: Vadell (1999, 2005b), Barlocco (2007).

2.2. EL CULTIVO DE BONIATO

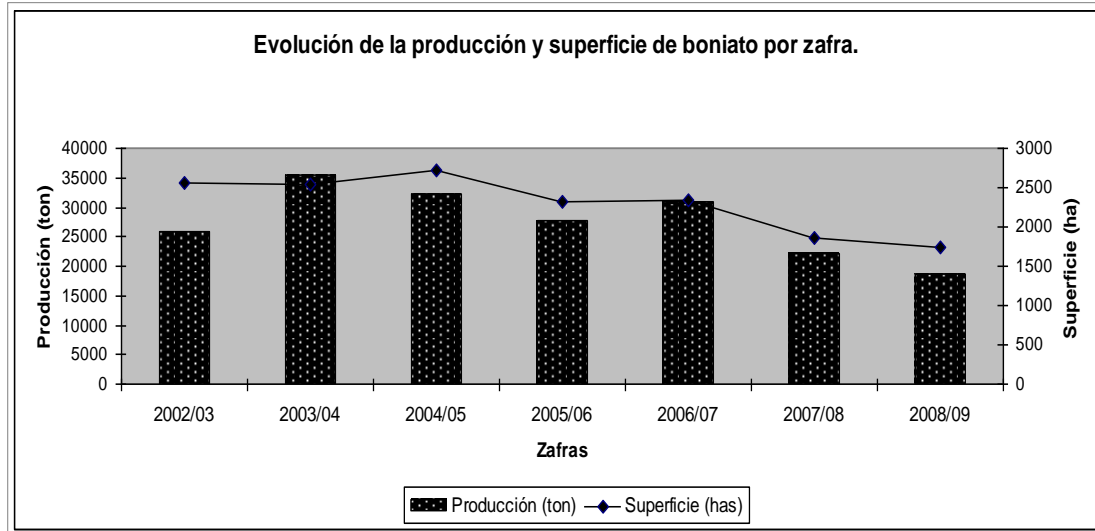
2.2.1. Producción de boniato en Uruguay

El cultivo de boniato, considerado como uno de los cultivos tradicionales del país, se halla difundido tanto en la zona norte como en la zona sur. La producción la realizan mayoritariamente productores familiares quienes destinan en promedio 1,3 ha al cultivo (URUGUAY. MGAP. DSA. DIGEGRA 2010a, URUGUAY. MGAP. DSA. DIGEGRA y CAMM 2010b).

La cantidad de productores que desarrollan este rubro ha marcado un descenso fuerte desde la década del 70 hasta el 90 pasando de 23.000 a 6.000. El área sembrada disminuyó de 14.000 a 4.700 hectáreas como también la producción de 80.000 a 35.000 ton/año (URUGUAY. MGAP. DSA. DIGEGRA 2010a, URUGUAY. MGAP. DSA. DIGEGRA y CAMM 2010b).

Junto a este descenso en el número de productores, se registra un incremento en la productividad, incrementándose de 5,5 ton/ha en la década de los 90 a 12 ton/ha en el año 2000, explicado en buena medida por la incorporación de variedades de alta producción como INIA Arapey, que ocupa al presente el 75% del área sembrada en el país. El número de productores continuó disminuyendo llegando a 3.000 para ese año y alcanzando 1.200 en el año 2008 (URUGUAY. MGAP. DSA. DIGEGRA 2010a, URUGUAY. MGAP. DSA. DIGEGRA y CAMM 2010b). En la figura No. 1 se grafica la producción y superficie cultivada para las cosechas desde 2003 a 2009.

Figura No. 1 Producción y superficie cultivada de boniato en los últimos años



Fuente: URUGUAY. MGAP. DSA. DIGEGRA y CAMM (2010b).

Para la zafra 2008 - 2009, período que comprende los cultivos evaluados en la presente tesis, la situación agro climática presentó características excepcionales del clima del país, produciendo una de las más agudas sequías de los últimos años. Esto llevó a que desde organismos oficiales de gobierno se siguiera de cerca lo ocurrido en varias ramas de la producción agrícola, entre ellas el cultivo de boniato en la zona sur del país.

En comunicado de prensa (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2009) y encuesta hortícola (URUGUAY. MGAP. DIEA. DSA. DIGEGRA, 2010) para la zafra 2008/2009 se indica que las condiciones de sequía afectaron la preparación de los suelos para el trasplante, desencadenando que la superficie efectivamente cultivada fuera el 70% de la intención de siembra para esa zafra. Esto trajo en consecuencia un área cultivada de 1.295 ha, con una producción de 12.282 ton de producción para la zona sur. La productividad representó 9,5 ton/ha.

2.2.2. Generalidades del cultivo

El boniato (*Ipomoea Batatas* (L.) Lam) es integrante de la familia de las convolvuláceas, siendo su lugar de origen el noroeste del continente Sudamericano. En 1753 fue descrito por Linneo como *Convolvulus batatas*, hasta ser clasificado, bajo los estudios de Lamarck, en 1971, dentro del género *Ipomoea* (Huamán, 1992).

Los primeros aportes refieren a Colón en la isla La Española, desde donde decide llevar para su primer encuentro ante la reina Isabel la Católica varios productos de las Indias, entre ellos raíces de boniato. Aún así, y aunque se asuma que lo que hoy se conoce como América haya sido descubierta, el origen del cultivo es previo a 1492, incluso su introducción a Polinesia, Micronesia, y Nueva Zelanda se produce en el siglo XII. Una vez instalada la nueva explotación de América, por parte de los conquistadores, y mediante el traslado de las mercancías a Europa, el cultivo se extendió desde allí a nuevas zonas tropicales, subtropicales y templadas (Montaldo 1972, CIP 1988, Picos 2001).

Hernández (1995), Picos (2001), describen la planta como perenne pero manejada como anual para la producción comercial de raíces; herbácea con tallos que presentan diverso grosor, largo, espacios internodales y hábito de crecimiento. Caracterizan también tres tipos de raíces con geotropismo positivo: cordiformes, cauliformes, y engrosadas o reservantes.

Wilson, citado por Montaldo (1972), en estudios sobre la morfología de las raíces tuberosas considera que existen diferencias entre ellas en cuanto a su superficie (lisa, surcada, irregular, venosa, etc.), forma (ovoide, nabiforme, irregular), color de la cáscara (púrpura, crema, bronceado, etc.), de la pulpa (blanco, crema, amarillo, rosado, etc.), entre varias características nombradas.

En relación a los tallos la longitud varía desde los 15 cm para variedades enanas y hasta 4 m en las rastreras. Pueden presentar torción como estar ausente, así como el mayor o menor grado de ramificación en función de la variedad que se considere. Lo destacado y común a la especie es que presenta dos primordios radiculares en cada nudo, con potencial desarrollo de raíces adventicias en los entrenudos (Montaldo, 1972).

El cultivo crece y produce en cualquier tipo de suelo, así sea arenoso, donde se obtienen las cosechas con batatas de mejor calidad comercial, o arcilloso, los que requieren una preparación en surcos altos que den la elasticidad necesaria para una buena tuberización. Se considera como suelo ideal aquel que presente un horizonte A limo-arenoso, de 30 a 60 cm de espesor, y un horizonte B areno-arcilloso friable, que evite la pérdida de humedad y nutrientes sin causar estancamiento. En relación a la acidez puede desarrollarse bien en aquellos suelos que oscilen entre valores de pH de 4,5 a 7,5. La riqueza en nitrógeno y materia orgánica desencadenan un proceso negativo denominado vicio, donde la planta genera un excesivo desarrollo vegetativo en detrimento de la tuberización (Folquer, 1978).

Al ser una planta de origen tropical presenta una alta sensibilidad a temperaturas bajas siendo necesario al menos un periodo de 5 meses libre de heladas. Harter y Whitney, citados por González (1989), establecen los siguientes rangos de temperatura para este cultivo:

- Menos de 12 °C: no sobreviven las plantas.
- 15 °C: sobrevivencia de las plantas sin crecimiento.
- 15 – 35 °C: rango en el cual se incrementa el crecimiento en función de la temperatura.
- 38 °C: la planta disminuye su crecimiento.

Estudios de Spence y Humphries, citados por Maffioli (1986) describen que el boniato crece bien en condiciones de alta temperatura, intensidad lumínica, y lluvia asociada a un buen drenaje, pero es beneficiado por un clima moderadamente seco durante la formación y desarrollo de las raíces tuberosas. A bajas temperaturas disminuye la tasa respiratoria, limitando la disponibilidad de energía necesaria para la absorción de nutrientes y producción y distribución de asimilados.

Estudiando la distribución de la materia seca, Austin y Aung, citados por Maffioli (1986), identificaron que los tallos cumplen una función de reserva intermedia o transitoria, quienes compiten exitosamente con las raíces por los productos de la fotosíntesis.

En una visión global, Maffioli (1986), sugiere tres factores condicionantes en el rendimiento de boniato:

- La eficiencia relativa del follaje para la elaboración de asimilados.
- La capacidad para transportar los asimilados hacia las raíces reservantes.
- La capacidad de los órganos de reserva para almacenar eficientemente los fotosintatos.

En función de estas pautas, y sujeto a los factores ambientales locales, particularmente el período libre de heladas, el cultivo se realiza en el norte del país entre la última semana de septiembre y la última quincena de mayo, llegando en el sur del país hasta fines de abril (Filippini 1991, Picos 2001).

Las variedades cultivadas en el país son clasificadas por varias de las características descritas anteriormente, como ser: el color de piel y pulpa, la productividad, la duración del ciclo de producción, la conservación, etc.

El 80% de la oferta varietal la ocupa INIA Arapey con color de piel morada y pulpa amarillo pálida. Es una planta vigorosa y rústica que presenta un buen comportamiento frente a la competencia con malezas. Se considera de ciclo medio, ocupando entre 90 y 120 días de acuerdo al clima y manejo que se desarrolle. El potencial de producción es alto en ciclos cortos y muy alto en ciclos medios pudiendo producir raíces deformes por mala estructura de suelo, al retrasar cosechas generando ciclos muy largos, o en condiciones de sequía o anegamiento (Vicente et al. 2006, Vilaró et al. 2007, Vilaró et al. 2009).

INIA Itapebí es una variedad de boniatos tipo “zanahoria” que presenta mejores condiciones por adaptarse a ciclos cortos y medios (ente 90 y 120 días) y menor labrado de insectos de piel. El color de la pulpa es naranja intenso y la piel morada. De vigor medio – alto desarrolla una muy buena cobertura del suelo lo que beneficia la competencia contra malezas, siendo aún así menor que INIA Arapey. La productividad es alta alcanzando rendimientos similares a INIA Arapey (Vicente et al., 2006),

Dentro de los nuevos cultivares desarrollados por el INIA se obtuvieron los cultivares K9807.1 y Ñ0401 buscando buen comportamiento en almácigo, muy buena productividad, buena conservación, y muy buena calidad comercial.

Vilaró et al. (2009) describen para K9807.1 características de piel fina de color amarillo pálido y pulpa amarillo crema. Se destaca también su potencial de conservación poscosecha y el largo de sus tallos, los que logran una muy buena cobertura de suelo. La productividad está indicada como alta, similar a la de INIA Arapey.

El cultivar Ñ0401.3 posee piel fina de color rosado, y pulpa naranja. Presenta un muy buen potencial de conservación similar a K9807.1, siendo una variedad precoz, adaptándose a ciclos tempranos y también tardíos de 90 a 120 días. De rendimientos semejantes a INIA Arapey el vigor del follaje muestra tallos de longitud media que logra una buena cobertura del suelo (Vilaró et al., 2009).

Sintetizando esta información para las variedades y clones se presenta la información en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1 Principales características para cuatro variedades de boniato

| <i>Variedad</i> | <i>Color Piel</i> | <i>Color Pulpa</i> | <i>Productividad</i> | <i>Ciclo</i> | <i>Conservación</i> |
|-----------------|-------------------|--------------------|----------------------|---------------|---------------------|
| INIA Arapey | Morada | Crema | Alta | Medio | Media |
| INIA Itapebí | Morada | Naranja | Media | Medio | Larga |
| K 9807.1 | Crema | Crema | Media | Medio – Largo | Larga |
| Ñ 0401.3 | Naranja | Naranja | Alta | Temprano | Larga |

Fuente: Vilaró et al. (2009).

2.2.3. Potencial de uso en producción animal

No solo en Uruguay, como describen Arbeletche (1991), Silva (1991), Straconi (1991), se utilizan y han utilizado productos y subproductos de este cultivo, sino que para varios países de la región y el mundo también registra su uso en la alimentación de cerdos por varios autores (FAO, 1992).

Con el fin de encontrar clones de boniato que produjeran buena cantidad de follaje sin desmerecer la producción de raíces (orientado al consumo humano y animal), Leon-Velarde y de Mendiburo (2006c) utilizaron la relación de materia seca de raíces y follaje (R/F) como indicador para evaluar variedades de este cultivo. Se utilizó como referencia para la producción de follaje la variedad “Helena” (ARB-UNAP 55), que no produce raíces reservantes, que según la información existente para países de regiones tropicales alcanza rendimientos entre 3,4 y 6,4 ton MS/ha de tallos y hojas. En el cuadro No. 2 se presentan estos criterios.

Cuadro No. 2 Parámetros para evaluar y categorizar clones de boniato

| <i>Clase</i> | <i>Atributos</i> | <i>R/F</i> | <i>Forraje en Materia seca</i> | <i>Raíces en Materia seca</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| | | Raíces / Follaje | t/ha | t/ha |
| 1 | Forrajera | $0 < RF \leq 1$ | > 3 | |
| 2 | Doble Propósito A | $1.0 < RF \leq 1.5$ | > 2 | |
| 3 | Doble Propósito B | $1.5 < RF \leq 2$ | > 1.5 | |
| 4 | Doble Propósito C | $2 < RF \leq 3$ | | >5 |
| 5 | Raicera | $RF > 3$ | | >6 |

Fuente: León-Velarde y De Mendiburo (2006c).

Para variedades forrajeras no deja de ser interés la producción de raíces, ya que en cultivos para ese fin se destina para el alimento animal el total de la biomasa obtenida.

Vásquez et al. (2006b) registran un rendimiento de la variedad BNAS-White, denominada como forrajera, en raíces de 10,46 ton MS/ha, y 3,95 ton MS/ha de follaje, para condiciones ambientales tropicales. En el cuadro No. 3 se presenta información producida para las condiciones ambientales señaladas anteriormente.

Cuadro No. 3 Evaluación de variedades de boniato para producción de forraje en base seca

| <i>Variable</i> | <i>Variedad</i> | | | |
|-----------------------------|-----------------|------------|----------|--------|
| | Forrajera | Montecarlo | Manicera | Copelá |
| Producción de raíces, t/ha | 10,46 | 7,69 | 7,29 | 4,98 |
| Producción de forraje, t/ha | 3,95 | 3,52 | 4,52 | 5,69 |
| Biomasa total, t/ha | 16,28 | 13,28 | 12,52 | 11,94 |
| Materia seca raíces, % | 31,47 | 34,74 | 37,03 | 35,59 |
| Materia seca forraje, % | 20,75 | 21,26 | 20,85 | 18,11 |
| Relación Raíces: forraje | 3,20 | 2,89 | 1,80 | 1,14 |

Fuente: Vásquez et al. (2006b).

Para la administración planificada de esta biomasa se debe de considerar que si bien la conservación de las raíces reservantes, una vez cosechadas y cubiertas las necesidades fisiológicas para garantizar su almacenamiento, puede desarrollarse sin

grandes pérdidas por varios meses (González 1989, Picos 2001), la conservación del follaje presenta problemas frente a la rápida pérdida de calidad.

León Velarde (2006b), Reynoso (2006) documentan información para la confección de silos. En base a varios estudios se estima un valor de energía digestible de 16,3 (MJ/kg MS), destacando también que la digestibilidad del nitrógeno es baja debido probablemente a que los factores antitripticos no son eliminados totalmente en el proceso de ensilaje (Mora y Domínguez, 1993).

Otra propuesta ha sido la de realizar diferentes cortes de follaje a determinados momentos del crecimiento de la planta en zonas de producción tropical. López y Carballo, citados por Maffioli (1986) estudiaron: en qué momento del desarrollo del cultivo de boniato los cortes pueden tener mayor efecto en la producción de raíces tuberosas; cómo y cuando deben realizarse los cortes; el grado de influencia que tienen los cortes sobre la calidad de las raíces. Se trata de cultivos que extienden la duración de su ciclo en ecosistemas tropicales que lo permiten.

En relación a esa práctica que ocasiona pérdidas en la producción comercial, Vásquez y León-Velarde (2006b) sugieren un corte intermedio de follaje a los 75 días desde la siembra con una reducción mínima en el rendimiento de las raíces.

León-Velarde et al. (2006a), evaluaron el pastoreo del cultivo de boniato por cerdos para zonas marginales para la producción agrícola en regiones tropicales de América. Para estos sistemas el pastoreo de cultivos de boniato podría reducir la inclusión de harinas de pescado (fuente proteica principal para esos lugares) a 1/3 de los niveles aceptados como límites de inclusión, sin pérdidas de ganancia en comparación con tratamientos que incluyen pastoreo y el total de lo permitido para la incorporación de ese concentrado proteico. También estudiaron algunas consecuencias del pastoreo del cultivo en relación a otro sin pastorear. Los cambios en contenido de materia orgánica no fueron importantes, aunque existe sí un incremento significativo en el contenido de nitrógeno, fósforo, y potasio en el suelo cuando los animales pastorean sobre el cultivo.

2.2.4. Valor nutritivo

Mora y Domínguez (1993), presentan resultados que ubican como fuente energética a las raíces, y proteica al follaje. En cuanto a este último es de destacar que además de proteico, puede adjudicársele las características de fibroso y voluminoso, al observar los registros para FDN, FDA, y materia seca.

González (1998), en estudio de diferentes variedades cultivadas destaca la variación de la composición química estableciendo los resultados para raíces que varían en rangos para cada fracción: 24 – 32% de materia seca, 2,9 – 8,0% de proteína cruda, 45,2 – 57,24% de almidón, y 5,13 – 13,98% de azúcares totales. Para el follaje los

valores de las fracciones también varían dentro de los siguientes rangos: 13,5 – 15,8% de materia seca, 18,6 – 22,8% de proteína cruda, 7,2 – 18,2% de celulosa, y 7,9 – 8,4% de lignina.

Como concepto general es importante destacar la variación expresada en los contenidos de las diferentes fracciones del alimento. No obstante ello, se presenta el siguiente cuadro con información resumida sobre los principales componentes de la planta de boniato, a los efectos de disponer de datos como referencia general.

Cuadro No. 4 Composición química de la planta de boniato (BS %)

| | <i>Raíz</i> | <i>Follaje</i> |
|----------------------|--------------------|-----------------------|
| Materia Seca | 29,2 | 14,2 |
| Proteína (Nx6,25) | 6,4 | 18,5 |
| Cenizas | 5,3 | 12,5 |
| FDA | 5,5 | 23,5 |

Fuente: en base a Domínguez (1992).

Resultados obtenidos por García et al. (1999), concluyen en que el follaje de boniato tiene una aceptable digestibilidad de materia seca, proteína, y fibra, siendo los valores de 57,75; 58,59; y 53,46% respectivamente. An et al., citados por Sarría et al. (2005), estimaron que 25% de la FDN de las hojas de boniato desaparece antes de alcanzar el íleon. González et al. (1997), agregan que el follaje presenta aceptables niveles de digestibilidad de la proteína, debiendo participar en dietas de cerdos hasta en un 30%.

Maffioli (1986), destaca la riqueza de las raíces en vitamina A, además de tiamina, riboflavina, ácido ascórbico, lisina, carotenos, vitamina C y en complejo B es superior a la mayoría de las raíces comestibles. El follaje de boniato se destaca por su rico aporte de potasio y presenta valores de 2,30%, y 0,30% para calcio y magnesio respectivamente (Gonzalvo et al., 2001).

Estudios sobre la raíz de boniato presentan una digestibilidad aparente de 91,4% para la energía, 95,8% para materia seca, 94,3% para la materia orgánica, y 59,2% para la proteína (González, 1998). A su vez, González (1997) destaca la variabilidad de energía digestible de esta raíz e indica un valor promedio de referencia de 3213 kcal/kg.

Se sabe de la presencia de factores antitripticos en las raíces reservantes ocasionan una disminución en la actividad de la tripsina pancreática del cerdo, generando una disminución apreciable de la digestibilidad de la proteína (Domínguez,

2010). Domínguez et al. (2003), demuestran que con la cocción de los boniatos mejora el coeficiente de digestibilidad, fundamentalmente del nitrógeno y energía, por eliminar los factores antitripticos y la ruptura del almidón de la raíz.

2.3. LA CERDA GESTANTE

2.3.1. Requerimientos nutricionales

Las recomendaciones para la alimentación de cerdas gestantes se basan en dietas sensiblemente restringidas, basadas en los fundamentos del anabolismo de gestación, proceso mediante el cual la cerda aumenta la eficiencia en la utilización de los alimentos en beneficio del desarrollo y crecimiento de los productos de la concepción (Monge, 2005).

Las necesidades energéticas para el crecimiento uterino comprenden el desarrollo fetal, el crecimiento placentario, uterino y mamario, y la producción de líquidos y membranas fetales. Varios estudios de Wilde, Noblet et al., citados por Noblet y Etienne (1987), estimaron un costo de 1300 kcal para producir un kg de lechón nacido, considerando las necesidades para el útero, placenta, y líquidos por animal. Así es de estimar que para una camada de 10 lechones nacidos, con un peso promedio de 1,4 kg la energía depositada es de 18200 kcal.

Según el NRC (1998) las estimaciones de exigencia en energía metabolizable (EM) para mantenimiento por kg de $PV^{0,75}$ varían desde 92 hasta 160 kcal/día, con la mayoría de los valores comprendidos entre 100 y 125 kcal/día. Para Noblet et al. (1990) los requerimientos diarios de EM en termoneutralidad son de 105 Kcal de EM/kg $PV^{0,75}$ en cerdas gestantes.

En condiciones de campo, ante variaciones climáticas, y el incremento de la actividad física, se debe de considerar el aumento en las necesidades energéticas de los animales.

Las bajas temperaturas, la humedad y los vientos, dependiendo de su intensidad, aceleran el gasto energético. Para los meses de primavera – verano, el costo de energía puede ser desestimado, pero para los meses de otoño – invierno, estudios de Close et al., citados por Marotta y Lagreca (2003), indican que el mismo representa 840 kcal/ED/día.

La actividad física representa una de las más importantes fuentes de variación en los requerimientos energéticos de la cerda gestante. Se demostró que las cerdas durante las horas diurnas emplean el 75% de tiempo en desarrollar actividades físicas como caminar, comer pasto, permanecer paradas, explorar. Esta actividad significa un

gasto estimado de 1032 kcal/ED/día (Marotta y Lagreca, 2003). En el cuadro No. 5 se presentan datos para condiciones de producción a campo.

Cuadro No. 5 Requerimientos energéticos de la cerda gestante en sistemas a campo

| <i>Destino de la energía</i> | <i>ED (Mcal/día)</i> | |
|---|----------------------|--------------------|
| | <i>Prim. – Ver.</i> | <i>Oto. – Inv.</i> |
| Ganancia uterina * | 0,356 | 0,356 |
| Mantenimiento ** | 4,949 | 4,949 |
| Actividad física | 1,032 | 1,032 |
| Termorregulación | 0 | 0,84 |
| Ganancia Materna *** | 0,811 | 0,811 |
| Requerimientos totales (Mcal/día de ED) | 7,148 | 7,988 |

* - Calculado en base a camadas promedio obtenidas en la UPC de 9,6 lechones nacidos totales y un peso promedio de 1,5 kg por lechón [9,6 lech. x 1,5 kg x 1,3 Mcal / 0,48 / 114 días / 0,96].
Donde 0,96 es el valor promedio (0,92 – 0,98) que tiene en los cerdos la metabolicidad de la ED.

** - Calculado en base al peso promedio (160 kg) de una cerda que ingresa a servicio con 140 kg y finaliza la gestación con 180 kg

*** - Se asume una ganancia deseable de tejido materno de 25 kg durante la gestación. Por lo tanto: [3,7 Mcal x 25 kg / 114 días].

Fuente: Bell (2010).

Los requerimientos de proteína dependerán de los requerimientos para el mantenimiento, deposición proteica en los tejidos maternos y productos de la gestación (NRC, 1998). Completar esas cantidades necesarias de proteínas y aminoácidos es esencial. Los datos volcados establecen una necesidad e ingesta diaria de entre 250 g/día (INRA, 1989) y 260 g/día (NRC, 1998) de este nutriente.

Una estrategia de utilización de dietas, para cerdas gestantes, busca ofrecer alimentos fibrosos ad libitum, de forma que las cerdas sean capaces de regular el consumo. También se sabe que dietas muy ricas en fibra podrían incrementar la dilatación del sistema digestivo, aumentando la capacidad de ingestión durante la fase de lactación y disminuir problemas de estreñimiento, mastitis, metritis, y agalaxia (Thacker, citado por Borja y Medel, 1998).

2.3.2. Consumo de boniato por cerdos

Los trabajos consultados hacen referencia tanto al consumo como a la preferencia entre variedades tanto para follaje, como para raíz, en forma conjunta o por separado.

En lo que refiere a la preferencia por follaje de diferentes variedades cultivadas no se han encontrado diferencias en el consumo. González et al. (1992a), publican datos sobre variedades evaluadas en Venezuela siendo que todas presentan una buena aceptación. En el caso de las raíces se encontraron diferencias en la aceptabilidad entre variedades cultivadas para el mismo país (González et al., 1992b).

Para evaluar la influencia del nivel de suplemento sobre el consumo de raíz y follaje, ofrecidas en igual proporción, y los parámetros productivos, se desarrolló una prueba con 32 cerdos en fase de finalización. En la misma se concluye que la cantidad de consumo de raíz y follaje de boniato no parece estar influenciado por los niveles de restricción del concentrado suministrados en el ensayo. Como indicador productivo debe tomarse que la conversión alimenticia fue similar en los animales que comieron diferentes combinaciones de concentrado, raíz y follaje de boniato (González et al., 1992c).

García (1999) aporta que para la alimentación porcina el uso de las raíces y el follaje fresco son considerados una buena fuente, pudiéndose incorporar, como parte de las raciones en la etapa de crecimiento y terminación, a razón de 30% de follaje y 38,78% de raíz como partes del suministro diario, sin esperar disminuciones significativas en el consumo, conversión alimenticia y características de la canal.

Mora y Domínguez (1993) en investigaciones realizadas en Cuba destacan que las cerdas gestantes pueden consumir altos niveles de follaje de boniato y sustituir el 25% de concentrado comercial sin que se perjudique su comportamiento ni el de sus camadas al menos durante un ciclo reproductivo.

Otra forma de incorporación en la dieta ha sido bajo la forma de harinas. Estudios realizados por García et al. (1997) concluyeron que una incorporación de follaje deshidratado de boniato hasta un nivel de 40% en la ración diaria se podría sostener el comportamiento productivo en niveles aceptables, en cerdas en gestación y lactantes. En cambio para cerdos en crecimiento González y Tepper (2003) sugieren niveles de hasta 50% de inclusión.

2.4. PREDICCIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL ALIMENTO ESTUDIADO

Al enfrentarnos a alimentos voluminosos se plantea uno de los problemas que representa su menor concentración de nutrientes asimilables, particularmente la energía, comparado con los alimentos concentrados convencionales. En consecuencia se debe compensar esta deficiencia mediante un mayor consumo para lograr resultados que sostengan el sistema productivo en marcha.

Noblet y Pérez (1993) indican que la evaluación de la energía contenida en los alimentos se basa generalmente en consideración de los valores de energía digestible (ED) y metabolizable (EM).

Los métodos para establecer estos valores significan costos e insumen tiempo, por lo que se han desarrollado ecuaciones de predicción, con diferente coeficiente de determinación (R^2) que consideran las fracciones proximales del alimento.

Se encuentran limitaciones para incluir el uso de la fibra cruda (FC), por lo que King y Taverner, citados por Pond (1987), mostraron que se logra predecir con más precisión la energía digestible en dietas para cerdos, a través del porcentaje de fibra detergente neutro (FDN) que por el porcentaje de FC, y sugirieron ecuaciones de regresión para predecir la ED de determinados alimentos.

Ewan, citado por NRC (1998), propone la siguiente ecuación para predecir la EB a partir del porcentaje de EE, PC y cenizas (%C).

$$EB \text{ (kcal/kg)} = 4143 + (56 \times \%EE) + (15 \times \%PC) - (44 \times \%C) \quad \text{con un } R^2 = 0,98$$

Existen también regresiones que permiten determinar el contenido de ED cuando no es posible realizar pruebas de digestibilidad. Será la composición química el principal determinante de la digestibilidad de la energía, manifestando efectos positivos frente a extracto etéreo (EE), y negativos ante la fibra y cenizas (C). Noblet y Pérez, citados por NRC (1998), proponen la siguiente ecuación para predecir el contenido de ED del alimento:

$$ED \text{ (kcal/kg)} = 949 + (0,789 \times EB) - (43 \times \%C) - (41 \times \%FDN) \quad \text{con un } R^2 = 0,91$$

Para cerdos en terminación y particularmente para cerdas adultas alimentadas de forma restringida Noblet y Shi, citados por NRC (1998), propusieron modificar el valor obtenido anteriormente por la siguiente ecuación:

$$ED \text{ corregida (kcal/kg)} = 1391 + (0,58 \times ED) + (23 \times \%EE) - (12,7 \times \%PC) \quad \text{con un } R^2 = 0,96$$

Estos métodos se han desarrollado debido al costo que significa realizar determinaciones biológicas. En consecuencia es conveniente indicar que las ecuaciones se basan en algunos alimentos de referencia (Adesehinwa, 2008).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

La evaluación fue realizada en la Unidad de Producción de Cerdos de la Facultad de Agronomía, en el Centro Regional Sur. El mismo se encuentra en Camino Folle km 35,5 s/n en la localidad de Progreso del departamento Canelones (56° 13' O / 34° 36' S).

3.2. EVALUACIÓN DE DOS CLONES Y DOS VARIEDADES DE BONIATO

3.2.1. Variedades y clones

Las variedades y clones en estudio fueron las siguientes:

- Variedad INIA Arapey.
- Variedad INIA Itapebí.
- Clon K9807.1.
- Clon Ñ0401.3.

3.2.2. Variables estudiadas

La variable fue una sola: rendimiento, evaluado en 3 fracciones de interés:

- Raíces comerciales (RC): aquellas que registran su peso dentro del rango de 100 a 600 g.
- Raíces no comerciales (RNC): aquellas que se encuentran por fuera del rango antedicho.
- Parte aérea (PA): compuesta por toda la producción de los órganos aéreos de la planta, tallos y hojas.

3.2.3. Manejo del cultivo

El cultivo de boniato comenzó con la preparación de almácigos el día 18 de agosto del 2008. Previamente se realizó una cura a las raíces con Captan + Tiabendazol.

En los piquetes A4 y A5 de la Unidad de Producción de Cerdos, fue realizado el transplante entre los días 6 y 17 de octubre. La información de análisis de suelos de estas parcelas se presenta en el cuadro No. 6.

Cuadro No. 6 Análisis de suelo del potrero donde se realizó el cultivo de variedades

| <i>Identificación de la muestra</i> | <i>Ph</i> | | <i>%</i> | <i>*</i> | <i>**</i> | <i>**</i> | <i>**</i> | <i>**</i> |
|-------------------------------------|-----------------------|------------|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | <i>H₂O</i> | <i>KCl</i> | <i>M.O.</i> | <i>P</i> | <i>K</i> | <i>Ca</i> | <i>Mg</i> | <i>Na</i> |
| A4-A6 | 6,7 | 5,6 | 2,8 | 15 | 0,53 | 18,0 | 4,2 | 0,50 |

* Partes por millón

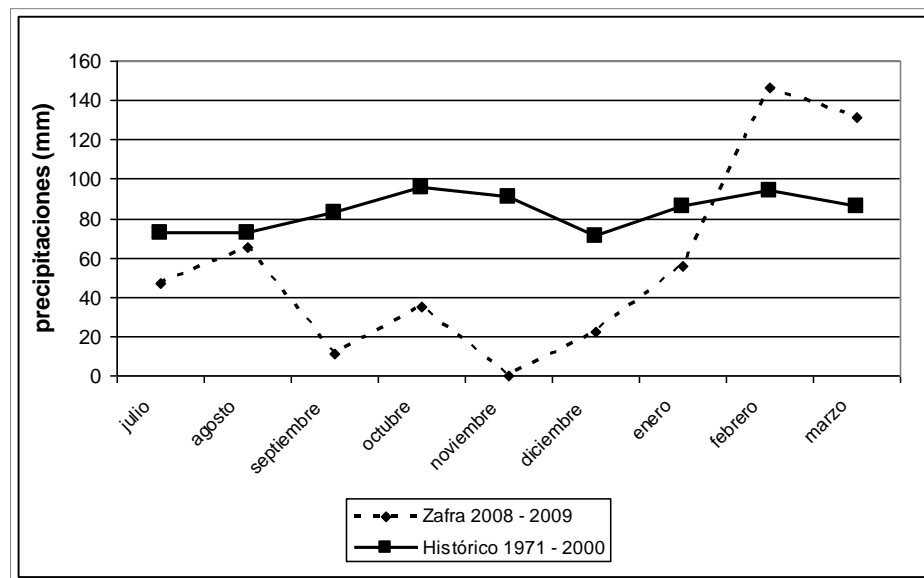
** Miliequivalentes por 100 gramos de muestra

El marco de plantación comprendió una distancia de 0,80 m entre surco y 0,30 entre plantas. Días más tarde fue necesaria una reposición de plantas según el siguiente detalle:

- Clon K9807.1, se repone el 50% de las plantas el 6 de noviembre.
- Variedad INIA Itapebí, se repone el 50% de las plantas el 10 de noviembre.

El riego aplicado al cultivo fue efectuado al momento del transplante y ante situaciones agudas de escasez de precipitaciones, característica constante del ambiente para el período de tiempo estudiado. En la figura No. 2 se presentan registros de precipitaciones para la zafra estudiada en comparación con promedio histórico.

Figura No. 2 Registro mensual de lluvias para zafra 2008 – 2009 en comparación con histórico 1971 – 2000 (mm)



Fuente: INIA (s.f.).

3.2.4. Conducción del experimento

Como muestreo se cosechó en su integridad las plantas comprendidas en 1 metro lineal de cantero elegido al azar (punto muestral). Se realizaron la cantidad de muestreos necesarios hasta alcanzar un total de 25 plantas para cada variedad o clon.

En el laboratorio las plantas cosechadas se separaron en tres fracciones: parte aérea (PA), raíces comerciales (RC) y raíces no comerciales (RNC). En consecuencia y de acuerdo con el muestreo realizado cada punto muestral contó con información de peso de PA, RC, y RNC.

La fecha de cosecha de las plantas fue entre el 14 y el 16 de marzo de 2009.

3.2.5. Procesamiento de muestras

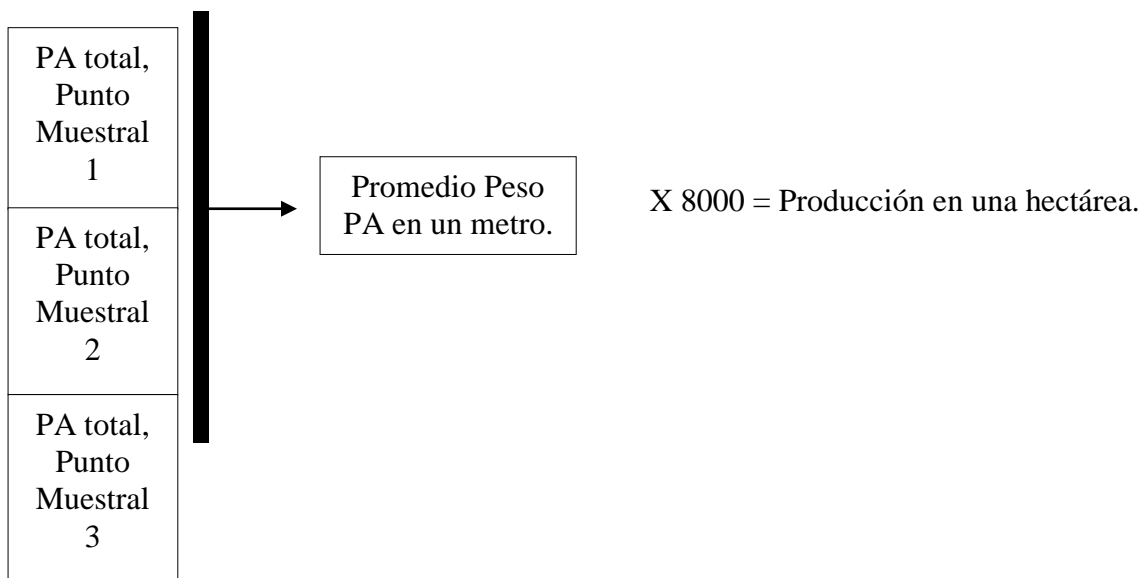
Se realizaron muestras compuestas con materia fresca de PA, RC, y RNC para cada variedad y clon. Las mismas fueron colocadas en estufa a 60°C para obtener el peso seco. Luego fueron enviadas a laboratorio para ser sometidas a análisis químico.

3.2.6. Estimación de rendimiento

3.2.6.1. Estimación de producción

A los efectos de estimar la producción de cada cultivar y clon, se procedió a obtener los pesos totales por punto muestral discriminando por PA, RC, y RNC. Promediados los totales de cada punto se proyectó este resultado en 8000 metros lineales de cultivo, los que serían efectivamente explotados en una hectárea, al considerar el área que ocupan caminos y bordes del cultivo para operaciones con maquinaria. En la siguiente figura se ejemplifica la estimación para PA:

Figura No. 3 Procedimiento para estimar producción de las variedades y clones de boniato en estudio



3.2.6.2. Análisis estadístico

Para constatar diferencias entre los materiales estudiados se analizaron los datos de las plantas muestreadas para cada fracción en consideración

Se realizó un análisis de varianza para determinar si existió efecto de las variedades en los rendimientos de cada fracción, y una prueba de Tukey (con un nivel de significación de 0,05) para determinar diferencias entre medias para cada fracción.

Los resultados obtenidos fueron en gramos por planta y para cada fracción.

3.3. EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE PA DE BONIATO

3.3.1. Duración del experimento

Esta prueba fue realizada en el período comprendido entre el 14 y 28 de marzo de 2009.

3.3.2. Animales experimentales

Fueron utilizadas 6 cerdas gestantes de raza Pampa – Rocha, las cuales se encontraban en el segundo tercio de gestación durante todo el experimento. El peso promedio fue de $133,9 \pm 20,6$ kg.

3.3.3. Instalaciones

El ensayo fue desarrollado al aire libre. Los animales se dispusieron individualmente en piquetes de 80 m² sin oferta de pastura. Se dispuso en cada uno de ellos de una paridera, bebedero de tipo chupete y comedero para suministro de alimento concentrado. A su vez se dispuso de un comedero con plataforma construido para este experimento con la finalidad de facilitar la recolección del material rechazado y evitar su contaminación con heces y orina.

3.3.4. Tratamientos

Se evaluaron 2 tratamientos con 6 repeticiones cada uno, los cuales fueron nominados de la siguiente forma:

- Tratamiento 1 (T1): oferta ad libitum de parte aérea de boniato, y concentrado cubriendo el 30% de los requerimientos (750 g por animal por día).
- Tratamiento 2 (T2): oferta ad libitum de parte aérea de boniato, y concentrado cubriendo el 50% de los requerimientos. (1250 g por animal por día).

3.3.5. Los alimentos

3.3.5.1 Concentrado

El alimento concentrado ofrecido fue elaborado en la planta de raciones del Centro Regional Sur. En el siguiente cuadro se presenta la composición de ingredientes del mismo.

Cuadro No. 7 Formulación del concentrado

| <i>Ingrediente</i> | <i>Porcentaje</i> |
|-----------------------------|-------------------|
| Sorgo | 59 |
| Girasol | 18 |
| Afrechillo de arroz | 20 |
| Sal | 0,50 |
| Núcleo vitamínico – mineral | 0,10 |
| Carbonato de calcio | 1,30 |
| Fosfato bicálcico | 0,75 |

3.3.5.2. Parte aérea de boniato

Se ofreció como alimento toda la parte aérea (PA), comprendiendo tallos y hojas, de un cultivo de boniato en fecha de cosecha de cultivo convencional, variedad INIA Arapey.

El alimento fue cosechado cada 5 días, acondicionado en bolsas de tela plastillera sin apisonar, para ser llevado a cámara refrigerada a 10 °C, temperatura a la cual la especie reduce su metabolismo.

Cada dos días se retiró la PA y se trasladó hacia el lugar donde se desarrolló la prueba. Allí se colocó al resguardo con sombra y humedad, para garantizar un estado fresco homogéneo al momento de las ofertas diarias a las cerdas.

3.3.6. Conducción del experimento

El experimento consistió en un período de acostumbramiento y un período de medición de consumo. Ambos períodos duraron 5 días. El primero tuvo como finalidad que el animal se familiarizara con la estructura de comederos y con la plataforma, y que conociera el nuevo alimento. También se ajustaron las cantidades a ofrecer.

Luego continuó el período de medición del consumo, que se desarrolló durante 5 días para cada tratamiento. Un criterio atentamente considerado fue exponer a los animales a la oferta de PA de buena calidad la mayor cantidad de horas al día.

Las labores se realizaron según la siguiente rutina:

8:30 – Colecta del rechazo del día anterior. Limpieza de la plataforma construida para la alimentación.

9:00 – Suministro del concentrado en los comederos destinados a tal fin.

9:30 – Suministro de la PA de boniato en los comederos con plataforma, registrando el peso del alimento.

10:00 – 13:00 – Recorridas a fin de controlar el estado de la PA y realizar reposiciones en caso de ser necesario.

15:00 – Recorrida final, a fin de realizar reposiciones de PA.

3.3.7. Procesamiento de muestras

Durante la prueba diariamente se tomaron muestras de la PA de boniato ofrecida. Se registró el peso fresco de las mismas cada día, se secaron a 60°C, y se pesaron posteriormente a efectos de determinar su contenido de materia seca. Todas las muestras del material ofrecido fueron integradas en una muestra compuesta para ser enviada al laboratorio para obtener análisis químico.

Con el alimento rechazado el procedimiento fue el mismo. Las muestras diarias fueron pesadas, enviadas a estufa a 60°C, y una vez obtenido el nuevo peso se determinó también la materia seca. Integrando la totalidad de las muestras diarias se realizó una única muestra compuesta a los efectos de realizar el análisis químico.

Los análisis a los que fueron sometidos las muestras compuestas fueron: %PC, %FDN y %FDA (ambas corregidas por cenizas), %EE y %C.

3.3.8. Diseño estadístico

Se evaluó el consumo de PA de boniato ante dos situaciones alimenticias definidas por diferentes niveles de oferta de concentrado. Para detectar posibles diferencias se realizó un análisis de varianza, en donde además de analizar el efecto del nivel de oferta de concentrado, se consideró el efecto día de alimentación dentro del tratamiento.

El modelo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \tau_i * \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Siendo:

Y_{ij} : Consumo de MS

μ : Media general de los tratamientos

τ_i : Efecto del tratamiento ($i = 1; 2$)

β_j : Efecto del día en el experimento

ϵ_{ij} : Error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES Y DOS CLONES DE BONIATO

4.1.1. Evaluación de producción

Los resultados de producción comercial estimados para INIA Arapey, INIA Itapebí, K9807.1, Ñ0401.3 fueron de 18141, 6681, 7498, 6504 kg/ha respectivamente. En el cuadro No. 8 se presentan estos datos de producción para las fracciones evaluadas en base fresca.

Cuadro No. 8 Producción estimada de las variedades y clones estudiados según fracciones evaluadas en BF (kg/ha)

| | <i>PA</i> | <i>RC</i> | <i>RNC</i> | <i>Total</i> | <i>PA + RNC</i> |
|--------------|-----------|-----------|------------|--------------|-----------------|
| INIA Arapey | 56098 | 18141 | 15090 | 89328 | 71187 |
| INIA Itapebí | 34445 | 6681 | 9285 | 50411 | 43730 |
| K9807.1 | 32916 | 7498 | 9793 | 50206 | 42708 |
| Ñ0401.3 | 26570 | 6504 | 9052 | 42126 | 35622 |

Para formar una idea más acerca del potencial de este cultivo para la alimentación animal se elaboró el cuadro No. 9 que presenta los rendimientos estimados que presenta datos en kg de MS.

Cuadro No. 9 Producción estimada de las variedades y clones estudiados según fracciones evaluadas en BS (kg/ha)

| | <i>PA</i> | <i>RC</i> | <i>RNC</i> | <i>Total</i> |
|--------------|-----------|-----------|------------|--------------|
| INIA Arapey | 5606,1 | 4215,4 | 3506,4 | 13327,9 |
| INIA Itapebí | 4364,2 | 1298,9 | 1805,2 | 7468,3 |
| K9807.1 | 3539,5 | 1797,0 | 2347,0 | 7683,5 |
| Ñ0401.3 | 3156,8 | 1179,0 | 1640,7 | 5976,5 |

Los resultados obtenidos se corresponden con las descripciones aportadas por Vicente et al. (2006), Vilaró et al. (2007), Vilaró et al. (2009), donde se caracteriza a la variedad INIA Arapey por desarrollar un vigoroso crecimiento y pronunciada productividad.

Más allá de ello, se deben de considerar dos aspectos importantes al momento de observar estos datos.

El primero de ellos tiene que ver con el método de evaluación considerado. El mismo se realizó sobre un cultivo ya instalado con manejo asimilable a un cultivo comercial por lo que no existió un diseño experimental detrás que permita ser determinante al analizar dichos resultados, por lo que dichas observaciones tienen un carácter exploratorio y de aproximación.

El segundo aspecto tiene que ver con el efecto año en concreto y en particular la escasez de precipitaciones tanto en los meses de preparación del suelo como durante la fase de crecimiento vegetativo del cultivo.

El rendimiento de RC promedio nacional para el año en estudio fue de 9500 kg/ha. En relación a ello se destaca la variedad INIA Arapey, la que alcanzó rendimientos próximos al doble del promedio para esa zafra. El resto de los cultivos estudiados se situaron por debajo de la productividad de referencia para ese año.

A los efectos de analizar diferencias entre variedades y clones se procesaron los datos de las plantas muestreadas, obteniendo así los resultados de producción por planta y para cada fracción estudiada. Los resultados de análisis de varianza y test de tukey se muestran en el cuadro No. 10.

Cuadro No. 10 Rendimiento promedio por planta, de las variedades estudiadas para PA, RC, y RNC (g)

| | <i>PA</i> | | <i>RC</i> | | <i>RNC</i> | |
|-----------------|----------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | Rendimien to | Error Standard | Rendimien to | Error Estándar | Rendimien to | Error Estándar |
| INIA Arapey | 2804.88 ^a | 291.43 | 985.91 ^a | 88.09 | 754.48 ^{ab} | 155.06 |
| INIA Itapebí | 1377.80 ^b | 291.43 | 371.17 ^b | 99.57 | 381.80 ^b | 155.06 |
| K9807.1 | 1481.20 ^b | 291.43 | 421.75 ^b | 94.46 | 472.80 ^b | 155.06 |
| Ñ0401.3 | 3083.00 ^a | 376.20 | 747.8 ^{ab} | 112.90 | 1343.40 ^a | 200.18 |

* - Letras distintas en la columna indican diferencias con $p < 0,05$.

Con esta información podemos afirmar para este experimento, en cuanto a la producción de follaje (PA), que no existen diferencias entre Ñ0401.3 y Arapey. Tampoco hay diferencias entre ITAPEBÍ y K9807.1, aunque sí se constatan diferencias entre estas últimas en contraste con Arapey y Ñ0401.3 que presentan mayor rendimiento.

Para la fracción de RC no hay diferencias entre Arapey y Ñ0401.3. No se puede verificar que Ñ0401.3 rinda más en raíces comerciales que Itapebí y K9807.1, pero

Arapey sí es diferente y estos datos permiten afirmar que presenta mayor rendimiento en raíces comerciales que Itapebí y K9807.1.

Sobre RNC podemos afirmar que no existen diferencias entre Ñ0401.3 y Arapey. Tampoco entre Arapey, ITAPEBÍ y K9807.1, aunque sí se constatan diferencias de estas dos últimas en relación a Ñ0401.3.

Los resultados de Arapey se condicen con los datos publicados por Vicente et al. (2006), Vilaró et al. (2007), Vilaró et al. (2009). En este caso presenta una buena adaptación al clima adverso frente al resto, manifestando una producción destacada en la producción de PA y RC. Particularmente el resultado superior en RC es de relevancia, dado que representa actualmente el resultado económico del cultivo, siendo su obtención el fin principal de realización del mismo. En cuanto a PA y RNC nos referimos a fracciones que pueden llegar a representar en el mejor de los casos productos secundarios o insumos intermedios destinados a la producción animal.

Cabe recordar que se trata de INIA Arapey, la variedad más cultivada en el país, por lo que la utilización de esta variedad para el consumo animal parte de un presente con buenas potencialidades en cuanto a disposición del material.

Para los resultados analizados de Ñ0401.3 se debe tener en consideración que el cultivo evaluado manifestó una baja capacidad de supervivencia a la sequía, presentando cerca de la mitad de plantas muertas. Al generarse espacio libre, por una menor densidad de plantación, el cultivo manifestó un mayor crecimiento de las plantas en su totalidad, presentando un comportamiento de vicio (Folquer, 1978).

Los motivos que desencadenan este fenómeno son principalmente ocasionados por un alto contenido de nitrógeno y materia orgánica en el suelo, y asociado a condiciones que favorezcan el desarrollo de la planta. Por otro lado, quizá las precipitaciones muy por encima de lo histórico durante el mes de febrero tengan que ver en la dinámica del nitrógeno en el suelo favoreciendo la mineralización.

Este crecimiento degeneró su rendimiento en raíces no comerciales por exceso de peso manifestando un promedio de producción mayor a las raíces comerciales. Ñ0401.3 es a su vez un cultivo de ciclo temprano por lo que el crecimiento anormal de sus raíces, en exceso, puede ser condicionado también por la fecha de cosecha, la que fue igual para las variedades y clones en estudio. Considerando las generalidades de la fisiología del cultivo y en especial para este clon, se deberían cosechar raíces de menor tamaño a las obtenidas en este experimento, dentro del calibre comercial realizando la cosecha con anterioridad, ya que se trata de un material de ciclo temprano.

Es debido destacar que esta metodología difiere de la que estima los resultados de producción globales, en tanto considera el peso individual de cada fracción por

planta. Al ser singularizado no considera la gran cantidad de muestreos realizados donde se registró la ausencia de plantas para el clon Ñ0401.3, y que aportan el valor de 0 para los cálculos de promedio de producción. En tanto, para este caso no influyen por lo que los resultados difieren según el método.

En consideración del ciclo del cultivo es un material que puede bien ofrecer una buena fuente de forraje en pleno verano, en enero, incluyendo PA y RNC. Esta arista de Ñ0401.3 puede incluirlo en un esquema de cultivo diversificado de boniato.

INIA Itapebí y K9807.1, expresan los resultados menores que significan siempre diferencias con alguna de las otras dos variedades. Para RC son inferiores a Arapey, y en PA menores a Arapey y Ñ0401.3. También para RNC presentan menores valores que Ñ0401.3. Esta menor producción en relación a materiales de alta productividad pueden sugerir clasificarlas en concordancia con Vilaró et al. (2009), quienes las describen como de productividad media.

En cuanto a su resultado productivo, y en base a la clasificación sugerida por Leon-Velarde y de Mendiburo (2006c), se clasificó las variedades estudiadas que se muestra en el cuadro No. 11.

Cuadro No. 11 Categorización de las variedades estudiadas en base a atributos de producción

| | <i>PA (kg/ha MS)</i> | <i>RT (kg/ha MS)</i> | <i>RF</i> | <i>Atributos</i> |
|--------------|----------------------|----------------------|-----------|-------------------|
| INIA Arapey | 5606 | 7722 | 1,4 | Doble propósito A |
| INIA Itapebí | 4364 | 3104 | 0,7 | Forrajera |
| K9807.1 | 3539 | 4144 | 1,2 | Doble propósito A |
| Ñ0401.3 | 3157 | 2820 | 0,9 | Forrajera |

INIA Arapey, y K9807.1 según las categorías sugeridas se clasifican como variedad de doble propósito A, al presentar mayor producción de raíces que follaje (relación RF mayor a 1 y menor a 1,5) y una producción de PA mayor a 2 t/ha.

Para los casos de INIA Itapebí y Ñ0401.3, según esta categorización, el comportamiento fue como el de una variedad forrajera, superando 3000 kg/ha de MS para la producción de tallos y hojas, pero siendo esta menor que la producción total de raíces.

La producción total de follaje, en las variedades y clones estudiadas en esta tesis podría situarlas tanto como forrajera o doble propósito A, pero es la importancia relativa de la producción de raíces la que condiciona en este caso las diferentes categorías en las que se clasifican.

En relación a otras variedades evaluadas con este método, por Vásquez et al. (2006a), se puede observar que las variedades que estos reportan presentan una relación RF superior a la mayoría de las variedades estudiadas en esta tesis. Más allá de esto también se debe de considerar que estas herramientas de evaluación son para países del trópico, donde el cultivo alcanza volúmenes mayores de producción. Se debería calibrar con datos de productividad para nuestro país dado que no se trata de un método universal y que se han usado variedades para crearlo que se expresan en otro esquema productivo, tanto por el ambiente como por la genética.

4.1.2. Potencial nutricional

Las variedades y clones evaluadas no presentaron grandes contrastes con los rangos de valores registrados en la bibliografía en cuanto a fracciones químicas en las dos partes estudiadas. Lo importante a destacar de los resultados obtenidos es una caracterización química general de las raíces y el follaje de boniato. Esta caracterización, a modo general, esta en concordancia con la idea sugerida por González (1998), donde se describe al cultivo como una muy buena fuente de energía para el caso de las raíces, y de proteína para el follaje. Los cuadros No. 12 y No. 13 vuelcan información en consonancia.

Cuadro No. 12 Análisis de composición química de parte aérea de cuatro variedades de boniato (% Base Seca)

| | <i>MS</i> | <i>C</i> | <i>PC</i> | <i>FDN</i> | <i>FDA</i> |
|--------------|-----------|----------|-----------|------------|------------|
| INIA Arapey | 10,44 | 13,54 | 17,02 | 39,93 | 28,16 |
| INIA Itapebí | 12,67 | 11,59 | 13,94 | 38,53 | 28,24 |
| K9807.1 | 10,75 | 13,38 | 15,72 | 36,16 | 24,65 |
| Ñ0401.3 | 11,88 | 9,74 | 15,67 | 38,97 | 28,43 |

Cuadro No. 13 Análisis de composición química de raíces de cuatro variedades de boniato (% Base Seca)

| | <i>MS</i> | <i>C</i> | <i>PC</i> | <i>FDN</i> | <i>FDA</i> |
|--------------|-----------|----------|-----------|------------|------------|
| INIA Arapey | 23,24 | 3,48 | 4,18 | 3,92 | 2,59 |
| INIA Itapebí | 19,44 | 6,28 | 9,15 | 8,11 | 5,72 |
| K9807.1 | 23,97 | 3,71 | 7,24 | 3,19 | 1,85 |
| Ñ0401.3 | 18,13 | 4,16 | 8,63 | 5,00 | 3,24 |

Los datos obtenidos se corresponden con los aportados por Domínguez (1992), Noblet et al., citados por Mora y Domínguez (1993), González (1998). Ello se verifica al

observar resultados de proteína superior a 12 %, alto contenido de fibra y ceniza, y baja MS para la parte aérea.

En el mismo sentido las raíces también muestran sus valores de composición química dentro de los rangos sugeridos por los autores antes mencionados. Ello significa una baja presencia de fibra, proteína y cenizas, menor contenido de agua que el follaje.

Más allá de la caracterización general buscada, es necesario notar especialmente que la variedad que expresa mayor contenido de proteína para el follaje, INIA Arapey, es a su vez la que mayor producción de materia seca por hectárea alcanza, y es la más cultivada en el país. A su vez tiene valores mayores de PC en PA.

Para obtener datos que puedan describir el valor energético de este alimento se aplicaron las ecuaciones propuestas por Ewan, citado por NRC (1998) para EB; Noblet y Pérez, citados por NRC (1998), para ED; y la corrección propuesta por Noblet y Shi, citados por NRC (1998) para la categoría de cerdas adultas alimentadas en forma restringida.

Los resultados muestran un valor promedio de energía digestible de 3730,5 kcal/kg de alimento para las raíces, superando lo aportado por González (1997), que haciendo referencia a la variación en los resultados, determinó un promedio de 3213,0 kcal/kg. En los cuadros No. 14 y No. 15 se presenta esta información.

Cuadro No. 14 Estimación de energía digestible y producción de proteína de follaje de boniato

| | <i>PC (kg/ha)</i> | <i>ED kcal/kg</i> |
|--------------|-------------------|-------------------|
| INIA Arapey | 954,2 | 2659,3 |
| INIA Itapebí | 608,4 | 2720,1 |
| K9807.1 | 556,4 | 2730,7 |
| Ñ0401.3 | 494,7 | 2826,7 |

Cuadro No. 15 Estimación de energía digestible y producción de proteína de raíz de boniato

| | <i>PC (kg/ha)</i> | <i>ED kcal/kg</i> |
|--------------|-------------------|-------------------|
| INIA Arapey | 146,6 | 3718,0 |
| INIA Itapebí | 165,2 | 3589,2 |
| K9807.1 | 169,9 | 3784,6 |
| Ñ0401.3 | 141,6 | 3748,3 |

Estos resultados finales buscan caracterizar al cultivo desde una perspectiva forrajera que da lugar a la creación de diferentes arreglos entre las partes, más otros alimentos para la confección de estrategias alimenticias. Es de especial consideración observar la producción de PC de INIA Arapey en la PA, dado que es el mayor valor estimado y a su vez representa un volumen muy interesante al momento de planificar la utilización de fuentes proteicas para la alimentación de los animales.

4.2. PRUEBA DE CONSUMO

4.2.1. Consumo de PA de boniato

Se obtuvieron en total 60 mediciones de consumo de PA de boniato, registrando un promedio de 1732 g de MS por día, siendo el valor mínimo de 1331 gr y el mayor 2226 gr. Estos datos se hallan comprendidos en el rango de resultados reportados por González (1998), quien considera que estos valores pueden ser considerados como de alta aceptabilidad.

Las presiones practicadas sobre la oferta de alimento concentrado significaron un aporte de concentrado del 30% de los requerimientos en T1 y un 50% en T2. En relación a lo planteado por Mora y Domínguez (1993), García (1999), González (1999), podría considerarse que para T2, la restricción es fuerte, y T1 al superar la anterior, se trata de una restricción muy fuerte, considerando los rangos recomendados para mantener el desempeño productivo y reproductivo de la cerda. Los valores para los diferentes tratamientos se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 16 Consumo promedio diario de follaje de boniato por cerdas gestantes según tratamiento

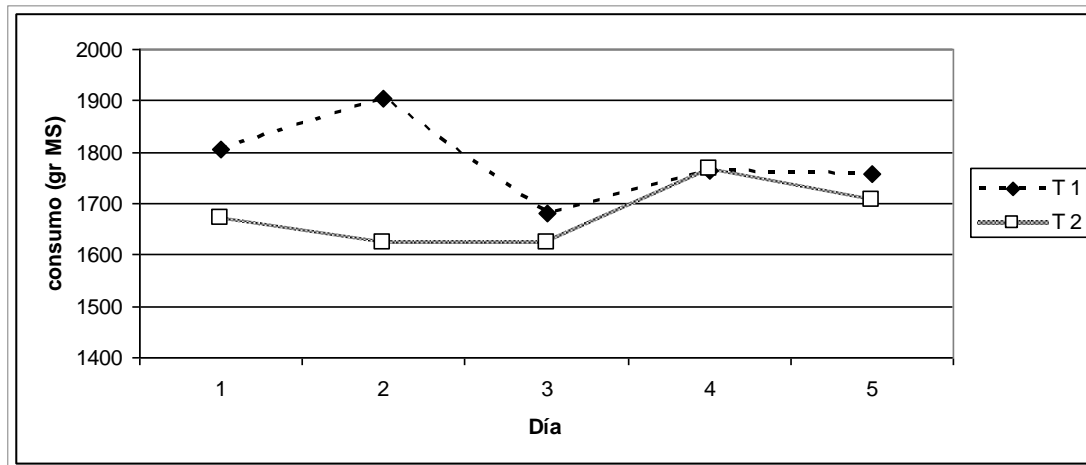
| <i>Oferta de alimento concentrado (g)</i> | <i>Consumo de follaje fresco (kg)</i> | <i>Consumo de materia seca (g)*</i> | <i>Desvío estándar (g)</i> |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 750 (T1) | 17,82 | 1782 ^a | 203 |
| 1.250 (T2) | 16,60 | 1678 ^b | 227 |

* - Letras distintas en la columna indican diferencias con $p=0,06$

El análisis estadístico muestra diferencias de consumo entre los tratamientos. En este caso las cerdas han aumentado el consumo de PA de boniato ante un incremento en la restricción sobre el alimento concentrado, lo que agrega más información al momento de considerar su inclusión en la programación de las dietas. Resultados en consonancia son planteados por Battezzore (2006), al evaluar el consumo de pasturas y observar una compensación en el consumo de MS de este alimento ante las restricciones de alimento concentrado.

En cuanto al efecto del día no se encontró una incidencia sobre la variable estudiada en este experimento. El comportamiento del consumo en función del tiempo se manifestó de la forma que se representa en la figura No. 4.

Figura No. 4 Consumo promedio por día y tratamiento (g MS)



4.2.2. Capacidad para cubrir los requerimientos de la cerda gestante

Además de obtener los resultados del análisis químico para la PA ofrecida se obtuvo para el alimento rechazado para cada tratamiento (cuadro No. 17). El material que compuso el rechazo se encontró sobre la plataforma, e incluía básicamente tallos masticados, chupados, y varios de ellos intactos sin hojas.

Cuadro No. 17 Composición química de la PA ofrecida y el material rechazado en base seca (%)

| <i>Análisis</i> | <i>Ofrecido</i> | <i>Rechazo T1</i> | <i>Rechazo T2</i> |
|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| MS | 10,44 | 20,61 | 18,98 |
| C | 13,54 | 20,76 | 28,00 |
| PC | 17,02 | 9,77 | 8,56 |
| FDN | 39,93 | 50,56 | 45,01 |
| FDA | 28,16 | 36,12 | 33,51 |

No es interés de este estudio evaluar en profundidad el rechazo del alimento, pero si debe de notarse en la descripción que tanto para T1 como para T2 los resultados son similares. Particularmente debe observarse la participación que representa la fibra, en base al material descrito anteriormente como tallos masticados, de alto contenido fibroso.

En consideración de lo antedicho y el consumo total de MS registrado, se procedió a estimar la ED y PC que pudo brindar el follaje de boniato, y evaluar la capacidad de cubrir los requerimientos nutricionales de las cerdas según los tratamientos efectuados. Esta información se presenta en el cuadro No. 18.

Cuadro No. 18 Requerimientos de cerdas gestantes y aportes del concentrado y follaje de boniato en T1

| <i>T1</i> | <i>Requerimientos</i> | <i>Aporte del concentrado</i> | <i>Aporte de PA</i> | <i>Balance</i> |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|----------------|
| Proteína (gr) | 250 | 90 | 303 | +143 |
| Energía digestible (kcal) | 7500 | 2250 | 4739 | -511 |

Ante esta restricción que puede ser considerada como muy fuerte se debe observar que el follaje de boniato, para el promedio de consumo planteado, logra cubrir en buena forma los requerimientos de la proteína. Asociando esto a los estudios que describe González (1998), puede estar vinculado al buen aporte de esta fracción a la digestibilidad que presenta.

El aporte energético de la PA no sería suficiente para cubrir las demandas de las cerdas gestantes para estas condiciones específicas de ambiente y manejo. Desde los análisis químicos y la revisión bibliográfica se describió las características de este alimento destacándolo como fibroso y proteico, y donde el aporte energético seguramente se deba al metabolismo aplicado a la fibra, proteína, y carbohidratos solubles, que, en este caso representan el 28,5%.

Para el caso de T2, donde el aporte del concentrado contribuyó en un 50% de los requerimientos para estas condiciones la situación encontrada fue diferente cuadro No. 19).

Cuadro No. 19 Requerimientos de cerdas gestantes y aportes del concentrado y follaje de boniato en T2

| <i>T2</i> | <i>Requerimiento</i> | <i>Aporte del concentrado</i> | <i>Aporte de PA</i> | <i>Balance</i> |
|---------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|----------------|
| Proteína (gr) | 250 | 150 | 286 | +186 |
| Energía digestible (Kcal) | 7500 | 3750 | 4462 | +712 |

En este caso los dos requerimientos considerados son abastecidos por este arreglo alimenticio para estos cálculos. La PA, en función del consumo registrado, logra

sobrepasar las demandas de ED en un 9,5%, y proteína en un 74,4%. Para esta situación en concreto se puede plantear usar una ración con menor concentración de energía y proteína, lo que significaría una reducción en los costos en la alimentación.

5. CONCLUSIONES

1. Se puede caracterizar el cultivo de boniato como una buena fuente de energía utilizando sus raíces, y de proteína mediante el empleo del follaje para alimentación del ganado porcino.
2. Las variedades de boniato evaluadas pueden ser consideradas, en relación a la producción de biomasa en sus diferentes órganos como forrajeras (INIA Itapebí, y Ñ0401.3), o doble propósito (INIA Arapey y K9807.1).
3. La producción por unidad de superficie de producto comercial fue superior en INIA Arapey en relación a Itapebí, Ñ0401.3 y K9807.1, que presentaron similitud entre ellas. En la producción de follaje el comportamiento fue mayor para INIA Arapey y Ñ0401.3.
4. Por su alta producción de RC y PA aún en condiciones adversas, y su participación en la producción total del país, es posible considerar a INIA Arapey como una variedad de gran potencial como fuente de alimento para el ganado porcino.
5. La mayor restricción en el alimento concentrado tuvo efecto sobre el consumo de follaje de boniato, incrementándolo. Lo que da a este alimento alternativo un buen potencial para el uso en dietas limitadas en el uso de concentrados.
6. Los niveles de consumo de PA obtenidos para el tratamiento que incluyó un aporte del 30% de los requerimientos por el concentrado permitió cubrir las necesidades de PC pero no las de ED. Frente a una oferta del 50% de concentrado para las demandas metabólicas, el consumo del alimento evaluado cubrió en buena forma las fracciones proximales antes consideradas.

6. RESUMEN

En el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas*) se produce una importante cantidad de biomasa de gran contenido proteico proveniente de la parte aérea que no tiene un destino específico. Por otra parte, también se genera otro producto aportado por las raíces sin valor comercial, caracterizadas estas por su alto contenido en almidón, y por lo tanto de energía fácilmente disponible. En este sentido, la disponibilidad de la parte aérea y de raíces sin valor comercial son una alternativa posible a considerar en la alimentación de cerdos. La cría de cerdos en Uruguay se realiza principalmente a campo, y utilizando las pasturas como componente de la alimentación, por lo que se dirigió el enfoque hacia estos sistemas. La propuesta de trabajo tiene dos componentes. Por un lado estudiar el comportamiento agronómico y el potencial para producción de cerdos, de las variedades INIA Arapey e INIA Itapebí y los clones K9807.1 y Ñ0401.3 en términos de rendimiento de raíces comerciales (RC), raíces sin valor comercial (RNC) y de parte aérea (PA). En otro plano se realizó una prueba de consumo de PA de boniato de la variedad INIA Arapey con cerdas gestantes, en dos situaciones diferentes de oferta de concentrado. En producción de PA fueron superiores INIA Arapey y Ñ0401.3, frente a INIA Itapebí y K9807.1. En cuanto a RC INIA Arapey presenta diferencias ante INIA Itapebí y K9807.1, y en RNC los volúmenes son superiores en el clon Ñ0401.3 frente a INIA Itapebí y K9807.1. Los datos estimados de producción de PA, RC, y RNC en kg MS/ha para INIA Arapey fueron 5606,1, 4215,4, y 3506,4 respectivamente, variedad que se destacó por su alta producción. Para el segundo experimento la PA fue suministrada en fresco y los animales se alojaron individualmente para asegurar una alimentación y control individual. La prueba contó con un período de acostumbramiento y un período de medición del consumo, con una duración de 5 días cada uno con la correspondiente presencia de los dos alimentos. Se ofrecieron 750 gr (T1) y 1250 gr (T2) a cada cerda y follaje a voluntad respectivamente. El consumo de follaje de boniato fue superior en T1 frente a T2 ($P < 0,10$), siendo en promedio de $1782 \pm 202,3$ gr y $1660 \pm 231,6$ gr de materia seca de follaje respectivamente. En función de los datos obtenidos se puede considerar el follaje de boniato como un alimento promisorio para integrar en dietas para cerdas gestantes dado su gran nivel de aceptación.

Palabras clave: Alimentos alternativos; Cerdos a campo; Cultivo de boniato.

7. SUMMARY

In the cultivation of sweet potato (*Ipomoea batatas*) is produced an important amount of high-protein biomass from the aerial parts that does not have a specific destination. Moreover, another product is also generated by the roots which do not have commercial value, these characterized by its high content of starch, and therefore available energy. In this sense, the availability of aerial parts and roots with no commercial value are a possible alternative to consider in pigs feeding. Pig farming in Uruguay is mainly performed in a field, and using pastures as feed component, so the approach is directed to these systems. The proposed work has two components. On the one hand, study the agronomic performance and potential for pig production, of the varieties INIA Arapey, INIA Itapebí and the clones K9807.1 y Ñ0401.3 and performance in terms of commercial roots (RC), roots with no commercial value (RNC) and aerial parts (PA). On the other hand, was performed a test PA consumption of sweet potato variety INIA Arapey with pregnant sows in two different situations concentrate supply. In PA production were higher INIA Arapey and Ñ0401.3 than INIA Itapebí and K9807.1. As for RC INIA Arapey presents differences from INIA Itapebí y K9807.1 and RNC volumes are higher in clone Ñ0401.3 front an INIA Itapebí and K9807.1. The estimates data of production of PA, RC, and RNC in kg MS/ha for INIA Arapey were 5606.1, 4215.4, and 3506.4 respectively, variety which was stressed for its high production. For the second experiment was provided fresh PA and animals were individually housed in order to ensure feeding and individual control. The test had a period of habituation and consumption measurement period, for a period of 5 days each with the corresponding presence of the two foods. Were offered 750 gr (T1) and 1250 gr (T2) each sow and foliage will respectively. The foliage of sweet potato intake was higher in T1 vs. T2 ($P < 0.10$), with an average of 1782 ± 202.3 gr and 1660 ± 231.6 gr of foliage of dry matter respectively. Based on the obtained data can be considered the foliage of sweet potato as a food to integrate promising in diets for pregnant sows given its high level of acceptance.

Keywords: Alternative feeds; Outdoor pig production; Sweet potato crop.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ADESEHINWA, A. O. K. 2008. Energy and protein requirements of pigs and the utilization of fibrous feedstuffs in Nigeria; a review. *African Journal of Biotechnology*. 7 (25): 4798 – 4806.
2. ARBELETCHÉ, P. 1991. Distribución del cultivo en el país. In: Taller sobre la Problemática de la Producción y Uso del Boniato (1998, Montevideo). Producción y uso del boniato. Montevideo, INIA. pp. 19 – 23.
3. BARLOCCO, N. 2007. Desarrollo de tecnologías basadas en procesos agroecológicos; una alternativa para la producción familiar. In: Encuentro de Nutrición y Producción en Animales Monogástricos (9º, 2007, Montevideo, Uruguay). Memorias. Montevideo, Facultad de Agronomía pp. 57 – 61.
4. BATTEGAZZORE, G. 2006. Efecto de dos sistemas de alimentación de cerdos en crecimiento-terminación en condiciones de producción a campo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
5. BELL, W. 2010. Utilización de sorgo dulce (*Sorghum saccharatum*) como forraje diferido en la alimentación de cerdas gestantes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 78 p.
6. BORJA, E.; MEDEL, P. 1998. Avances en la alimentación del porcino; I. Lechones y cerdos de engorde – II. Reproductoras. (en línea). In: Curso de Especialización FEDNA (14º., 1998, Barcelona, España). Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp. 261 – 312. Consultado 1º abr. 2010. Disponible en <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPXVI.pdf>
7. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1988. Mejoramiento de la batata (*Ipomoea batatas*) en Latinoamérica. Lima. In: Seminario Sobre Mejoramiento de la Batata (*Ipomoea batatas*) en Latinoamérica (1988, Lima, Uruguay). Memorias. Lima, Centro Internacional de la Papa. pp 139 - 147.
8. DÍAZ, I.; GÓNZALEZ, C.; LY, J. 1997. Determinación de la digestibilidad ileal de nutrientes del follaje de batata (*Ipomoea batata* L.) en cerdos. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal*. 5 (1): 294 - 296.

9. _____.; _____.; VECCHIONACCE, H.; BLANCO, A. 1999. Digestibilidad total de follaje de batata (*Ipomoea batatas* L.) en cerdos. (en línea). Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias. 40 (4): 213 – 220. Consultado 1º. abr. 2010. Disponible en <http://bibliovet.veter.ucv.ve/Revistafcv/4003/vol4003.htm> .
10. DOMÍNGUEZ, P. 1992. Utilización del camote (*Ipomoea batatas*) en la alimentación de los cerdos. In: Scott, G.; Herrera, J.; Espínola, N.; Daza, M.; Fonseca, C.; Fano, H.; Benavides, N. eds. Desarrollo de productos de raíces y tubérculos. Lima, Centro Internacional de la Papa. v.2, pp. 223 – 231.
11. _____.; REYES, J.; VICTORES, N. 2003. Efecto de la cocción del tubérculo de *Ipomoea batatas* en la digestibilidad de nutrientes de dietas para cerdos en crecimiento. (en línea). In: Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos (7º, 2003, Yucatán, Méjico). Trabajos presentados. s.n.t. s.p. Consultado 15 jun 2012. Disponible en <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/yucatan/dominguez.htm>
12. _____. 2010. Utilización del boniato (*Ipomoea batatas*) en la alimentación de los cerdos. (en línea). In: Seminario Internacional Porcicultura Tropical (4º, 2010, La Habana, Cuba). Trabajos presentados. La Habana, s.e. pp. 632 – 635. Consultado 15 jun. 2012. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~suinos/jornadas/porcicultura/DOCUMENTOS%20porcicultura%20tropical.pdf>
13. FAO. 1992. Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding. (en línea). Roma. s.p. (FAO Animal Production and Health Paper no. 95). Consultado 1o. abr. 2010. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/003/T0554E/T0554E00.HTM>
14. FILIPPINI, A. 1991. Sistema de producción u manejo del cultivo en la zona sur. In: Taller sobre la Problemática de la Producción y Uso del Boniato (1998, Montevideo). Producción y uso del boniato. Montevideo, INIA. pp. 24 – 26.
15. FOLQUER, F. 1978. La batata (camote); estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 144 p.
16. GARCÍA, C.; GONZÁLEZ, C.; DÍAZ, I.; VECCHIONACCE, H. 1999. Rasgos de comportamiento en cerdos alimentados con raíz y follaje de batata (*Ipomoea batatas* L.). Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias 40(3): 149-155.

17. GARCÍA, J.; GONZÁLEZ, C.; ESCOBAR, A. 1997. Efectos del nivel de incorporación del follaje deshidratado de batata (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) en raciones para cerdas gestantes y lactantes sobre el comportamiento productivo y reproductivo. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal*. 5 (1): 285 – 287.
18. GONZÁLEZ, C.; VECCHIONACCE, H.; DÍAZ, I.; GONZÁLEZ, J. 1992a. Uso de batata (*Ipomoea batatas*) en la alimentación de cerdos; determinación de preferencia de follaje de 5 cultivares. *In*: Congreso Congreso Venezolano de Zootecnia (7º, 1992, Masturin, Venezuela). Programa y compendio. Maturín, UDO/CVZ/FONAIAP/AVPA. p. 71.
19. _____.; _____.; _____.; ARRÍOJAS, J. 1992b. Uso de batata (*Ipomoea batatas*) en la alimentación de cerdos; determinación de preferencia de raíz de 5 cultivares. *In*: Congreso Venezolano de Zootecnia (7º, 1992, Masturin, Venezuela). Programa y compendio. Maturín, UDO/CVZ/FONAIAP/AVPA. p. 71.
20. _____.; _____.; _____.; SÁNCHEZ, F; TRUJILLO A. 1992c. Uso de la batata (*Ipomoea batatas*) en la alimentación de cerdos; efecto del nivel de suplemento sobre el consumo de raíz de follaje frescos (en igual proporción) y los parámetros productivos de la fase de finalización. *In*: Congreso Venezolano de Zootecnia (7º, 1992, Masturin, Venezuela). Programa y compendio. Maturín, UDO/CVZ/FONAIAP/AVPA. p. 73.
21. _____.; DÍAZ, I.; REYES, J. 1997. Determinación de la digestibilidad ileal aparente de los componentes principales de la raíz de seis cultivares de batata (*Ipomoea batatas* (L) Lam.). *Archivo Latinoamericano de Producción Animal*. 5 (1): 280 – 282.
22. _____. 1998. Utilización de la batata (*Ipomoea batatas* L.) En la alimentación de cerdos confinados y en pastoreo. (en línea). *Revista Computarizada de Producción Porcina*. 5 (2): 58 – 62. Consultado 15 jun. 2012. Disponible en <http://www.iip.co.cu/RCP/ant/RCP5.2.pdf>
23. _____.; TEPPER, R. 2003. Resultados sobre el uso del camote (*Ipomoea batatas* L) en alimentación animal y procesamiento industrial en Venezuela. (en línea). *In*: Taller de Trabajo sobre Estrategias para el Uso del Camote en la Alimentación Humana y Animal (2003, Lima, Perú). Textos. s.n.t. s.p. Consultado 15 jun. 2012. Disponible en <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/peru/carlosgtepper.htm>

24. GONZÁLEZ, H. 1989. El cultivo de boniato. Montevideo, Facultad de Agronomía. 25 p.
25. GONZALVO, S.; NIEVES, D.; LY, J.; MACÍAS, M.; CARÓN, M.; MARTÍNEZ, V. 2001. Algunos aspectos del valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos. (en línea). *Livestock Research for Rural Development*. 13 (2): s.p. Consultado 15 jun. 2012. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd13/2/gonz132.htm>
26. HERNÁNDEZ, R. 1995. Cultivo de batata. Fundación de Desarrollo Agropecuario. Boletín técnico no. 24. 38 p.
27. HUAMÁN, Z. 1992. Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote. Lima, CIP. 9 p. (Boletín de Información Técnica no. 25).
28. INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA). 1989. L'alimentation des animaux monogastriques; porc, lapin, volailles. 2ème. ed. París, France. 282 p.
29. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. s.f. Información del clima. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado 6 jun. 2012. Disponible en http://www.inia.org.uy/online/site/gras_datos.php?filtro=1&fecha_des=2008-07-01&fecha_has=2009-03-31&campos=42&ver=20000
30. LEÓN - VELARDE, C.; OSORIO, J.; FRISANCHO, R. 2006a. Evaluación de alternativas de alimentación; análisis de escenarios bio-económicos. *In*: Vásquez, R.; León - Velarde, C.U. eds. Producción y uso de la batata (*Ipomoea batatas*, L); estrategias de alimentación animal. Santiago de los Caballeros, República Dominicana, Instituto Superior de Agricultura/ Centro Internacional de la Papa. pp. 43 – 47.
31. _____. 2006b. Manejo de batata forrajera (doble propósito): estrategias de alimentación animal. *In*: Vásquez, R.; León - Velarde, C.U. eds. Producción y uso de la batata (*Ipomoea batatas*, L); estrategias de alimentación animal. Santiago de los Caballeros, República Dominicana, Instituto Superior de Agricultura/ Centro Internacional de la Papa. pp. 32 – 36.
32. _____.; DE MENDIBURO, F. 2006c. Variedades de batata de doble propósito. *In*: Vásquez, R.; León - Velarde, C.U. eds. Producción y uso de la batata (*Ipomoea batatas*, L); estrategias de alimentación animal.

Santiago de los Caballeros, República Dominicana, Instituto Superior de Agricultura/ Centro Internacional de la Papa. pp. 26 – 31.

33. MAFFIOLI, A. 1986. Efecto de la poda sobre el crecimiento y rendimiento de las raíces y forraje en camote (*Ipomoea batatas*, L. Lam). Tesis Magíster Scientiae. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 102 p.
34. MAROTTA, E.; LAGRECA, L. 2003. Determinación del requerimiento energético de la cerda reproductora mantenida a campo en base al clima y la etología. (en línea). *Analecta Veterinaria* (Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Veterinarias). 23 (2): 28 – 35. Consultado 1 abr. 2010. Disponible en <http://www.fcv.unlp.edu.ar/analecta/vol23n2/analecta23n2VE.pdf>
35. MONGE, J. 2005. Producción porcina. (en línea). San José, Costa Rica, EUNED. 372 p. Consultado 15 jun. 2012. Disponible en <http://books.google.com.uy/books?id=QD4p7Gijrj4C&pg=PA181&dq=monge+cerdos+2005&hl=es&sa=X&ei=scXcT9OmG4uE8ATBhvzxCG&ved=0CGYQ6AEwCA#v=onepage&q=monge%20cerdos%202005&f=false>
36. MONTALDO, A. 1972. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Lima, Perú, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas/OEA. 284 p.
37. MORA, L.; DOMÍNGUEZ, P. 1993. El boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en la alimentación porcina en Cuba. (en línea). *In: Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos* (2º, 1993, La Habana, Cuba). Trabajos presentados. s.n.t. s.p. Consultado 15 jun. 2012. Disponible en <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/segencuentr/Immora.htm>
38. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1998. Nutrient requirements of swine. (en línea). 10th. rev. ed. Washington, D.C., National Academic Press. 189 p. Consultado 1º. abr. 2010. Disponible en http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=6016
39. NOBLET, J.; ETIENNE, M. 1987. Dépenses et besoins énergétiques de la truie au cours du cycle de reproduction. (en línea). *In: Journées de la Recherche Porcine* (19èmes, 1987, París, Francia). Actes. Paris, Institut Technique du Porc (ITP)/Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). pp. 197 – 202. Consultado 1º. abr. 2010. Disponible en <http://www.journees-rechercheporcine.com/texte/1987/87txtAlim/A8701.pdf>

40. _____.; DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M. 1990. Energy utilization pregnant and lactating sows; modeling of energy requirements. (en línea). Journal of Animal Science. 68 (2): 562 – 572. Consultado 1º. abr. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/68/2/562.pdf>
41. _____.; PÉREZ, J. M. 1993. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. (en línea). Journal of Animal Science. 71 (12): 3389 – 3398. Consultado 1º. abr. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/71/12/3389.pdf>
42. PICOS, C. 2001 Cultivo de boniato sobre areniscas de Tacuarembó y Rivera. Montevideo, INIA. 59 p. (Boletín de Divulgación no. 77).
43. POND, W. G. 1987. Thoughts on fiber utilization in swine. (en línea). Journal of Animal Science. 65 (2): 497 – 499. Consultado 1º. abr. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/65/2/497>
44. REYNOSO, D. 2006. Tecnologías desarrolladas en contribución del uso y manejo de la batata. In: Vásquez, R.; León - Velarde, C.U. eds. Producción y uso de la batata (*Ipomoea batatas*, L); estrategias de alimentación animal. Santiago de los Caballeros, República Dominicana, Instituto Superior de Agricultura/ Centro Internacional de la Papa. pp. 17 – 18.
45. SARRÍA, P.; LETERME, P.; LONDOÑO, A.; BOTERO, M. 2005. Valor nutricional de algunas forrajeras para la alimentación de monogástricos. (en línea). In: Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos (8º., 2005, Guanare, Venezuela). Trabajos presentados. s.n.t. s.p. Consultado 15 jun. año. Disponible en http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/patricia.htm
46. SILVA, A. 1991. Sistema de producción y manejo del cultivo en Rivera. In: Taller sobre la Problemática de la Producción y Uso del Boniato (1998, Montevideo). Producción y uso del boniato. Montevideo, INIA. pp. 39 – 46.
47. STRACONI, E. 1991. costos y análisis económico a nivel de productor en la zona sur. In: Taller sobre la Problemática de la Producción y Uso del Boniato (1998, Montevideo). Producción y uso del boniato. Montevideo, INIA. pp. 24 - 26.

48. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. 2003. Producción de cerdos en Uruguay; contribución a su conocimiento. Montevideo. 22 p.
49. _____. _____. 2009. Comunicado de prensa, resultado del monitoreo de producción de boniato y zapallo en la zona sur. (en línea). Montevideo. 3 p. Consultado 16 jun. 2012. Disponible en <http://www.mercadomodelo.net/observatorio/Dieajunio.pdf>
50. _____. _____. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS (DIEA). 2000. Sistema de Información del Censo General Agropecuario (SICA), versión 2.0. Montevideo. s.p.
51. _____. _____. DIRECCIÓN DE SERVICIOS AGRÍCOLAS. DIRECCIÓN GENERAL DE LA GRANJA. 2010a. Encuestas hortícolas 2009 zonas Sur y Litoral Norte. (en línea). Montevideo. 30 p. Consultado 16 jun. 2012. Disponible en [http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,98,O,S,0,MNU;E;39;6;MNU;,"](http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,98,O,S,0,MNU;E;39;6;MNU;,)
52. _____. _____. _____. _____.; COMISIÓN ADMINISTRADORA DEL MERCADO MODELO. 2010b. Situación y perspectivas del boniato. Montevideo. 9 p.
53. VADELL, A. 1999. Producción de cerdos a campo en un sistema de mínimos costos. (en línea). *In:* Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monográficos (5°, 1999, Maracay, Venezuela). Trabajos presentados. s.n.t. s.p. Consultado 1° abr. 2010. Disponible en http://www.fagro.edu.uy/~suinos/biblioteca/prod_cerdos_a_campo/PCAC-Vadell%20-%20Produccion%20de%20cerdos%20a%20campo%20en%20un%20sistema%20de%20minimos%20costos.pdf
54. _____.; BARLOCCO, N.; GARÍN, D. 2005a. Caracterización de los principales componentes de los sistemas de producción de cerdos a campo en Uruguay. (en línea). *In:* Encuentro Latinoamericano de Especialistas en Sistemas de Producción Porcina a Campo (3°, 2005, Progreso, Uruguay). Trabajos presentados. s.n.t. s.p. Consultado 1°. abr. 2010. Disponible en http://www.fagro.edu.uy/~suinos/apoyo_prod/sistema%20de%20produccion/Vadell%20et%20al,2005_Caract_principales_componentes_sist_a%20campo.pdf

55. _____. 2005b. La producción de cerdos al aire libre en Uruguay. (en línea). In: Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos (8º., 2005, Guanare, Portuguesa, Venezuela). Libro de sistemas integrados de producción con no rumiantes. Guanare, Venezuela, UNELLEZ. pp. 4 – 12. Consultado 1º. abr. 2010. Disponible en http://www.fagro.edu.uy/~suinos/biblioteca/prod_cerdos_a_campo/Vadell_2005.pdf
56. VÁSQUEZ, R.; LEÓN – VELARDE, C. 2006a. Consideraciones futuras. In: Vásquez, R.; León - Velarde, C.U. eds. Producción y uso de la batata (*Ipomoea batatas*, L); estrategias de alimentación animal. Santiago de los Caballeros, República Dominicana, Instituto Superior de Agricultura/ Centro Internacional de la Papa. p. 48.
57. _____.; MATOS, F.; SOYO, Y. 2006b. Evaluación del rendimiento de las principales variedades de batata (*Ipomoea batatas*, Lam) en la República Dominicana. In: Vásquez, R.; León - Velarde, C.U. eds. Producción y uso de la batata (*Ipomoea batatas*, L); estrategias de alimentación animal. Santiago de los Caballeros, República Dominicana, Instituto Superior de Agricultura/ Centro Internacional de la Papa. pp. 22 – 25.
58. VICENTE, E.; SPINA, W.; RODRÍGUEZ, G.; VILARÓ, F. 2006. Cultivares de boniato para el litoral norte; variedades disponibles 2006. Montevideo, INIA. 5 p. (Actividades de Difusión no. 459).
59. VILARÓ, F.; RODRÍGUEZ, G.; VICENTE, E.; SPINA, W. 2007. Material de plantación; cosecha y poscosecha. Montevideo, INIA. 14 p. (Actividades de Difusión no. 493).
60. _____.; VICENTE, E.; RODRÍGUEZ, G.; PEREIRA, G.; SPINA, W.; GONZÁLEZ, M.; REGGIO, A.; IBÁÑEZ, F.; LADO, J. 2009. Nuevas variedades de boniato. CNFR. Noticiero Comisión Nacional de Fomento Rural no. 16. 53 p.

9. ANEXOS

9.1. DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

9.1.1. Datos de variedades y clones en estudio

| Obs | Variedad | PA | RC | RNC |
|-----|----------|------|-----|------|
| 1 | Itapebi | 1575 | 0 | 1210 |
| 2 | Itapebi | 405 | 0 | 80 |
| 3 | Itapebi | 1080 | 220 | 160 |
| 4 | Itapebi | 3855 | 875 | 400 |
| 5 | Itapebi | 720 | 390 | 120 |
| 6 | Itapebi | 420 | 180 | 55 |
| 7 | Itapebi | 405 | 135 | 65 |
| 8 | Itapebi | 3095 | 550 | 865 |
| 9 | Itapebi | 250 | 0 | 40 |
| 10 | Itapebi | 190 | 0 | 65 |
| 11 | Itapebi | 920 | 515 | 105 |
| 12 | Itapebi | 1235 | 325 | 135 |
| 13 | Itapebi | 3110 | 0 | 1400 |
| 14 | Itapebi | 1620 | 0 | 980 |
| 15 | Itapebi | 1965 | 805 | 60 |
| 16 | Itapebi | 1525 | 380 | 175 |
| 17 | Itapebi | 360 | 0 | 45 |
| 18 | Itapebi | 1185 | 465 | 185 |
| 19 | Itapebi | 1905 | 265 | 1515 |
| 20 | Itapebi | 900 | 105 | 210 |
| 21 | Itapebi | 1910 | 210 | 650 |
| 22 | Itapebi | 990 | 315 | 280 |
| 23 | Itapebi | 360 | 340 | 115 |
| 24 | Itapebi | 2360 | 1 | 420 |
| 25 | Itapebi | 2105 | 605 | 210 |
| 26 | K9807.1 | 1060 | 895 | 70 |
| 27 | K9807.1 | 2450 | 540 | 1065 |
| 28 | K9807.1 | 645 | 610 | 100 |
| 29 | K9807.1 | 560 | 575 | 120 |
| 30 | K9807.1 | 520 | 0 | 40 |
| 31 | K9807.1 | 270 | 0 | 120 |
| 32 | K9807.1 | 3745 | 0 | 1045 |
| 33 | K9807.1 | 460 | 160 | 145 |
| 34 | K9807.1 | 590 | 425 | 30 |
| 35 | K9807.1 | 725 | 190 | 935 |

| | | | | |
|----|---------|------|------|------|
| 36 | K9807.1 | 630 | 425 | 240 |
| 37 | K9807.1 | 1005 | 490 | 770 |
| 38 | K9807.1 | 675 | 110 | 105 |
| 39 | K9807.1 | 720 | 410 | 145 |
| 40 | K9807.1 | 745 | 0 | 1105 |
| 41 | K9807.1 | 700 | 410 | 235 |
| 42 | K9807.1 | 580 | 130 | 35 |
| 43 | K9807.1 | 480 | 400 | 40 |
| 44 | K9807.1 | 1745 | 750 | 340 |
| 45 | K9807.1 | 2050 | 680 | 1150 |
| 46 | K9807.1 | 1210 | 200 | 245 |
| 47 | K9807.1 | 3550 | 0 | 1380 |
| 48 | K9807.1 | 1935 | 525 | 1220 |
| 49 | K9807.1 | 1200 | 230 | 25 |
| 50 | K9807.1 | 3780 | 280 | 1115 |
| 51 | Ñ0401.3 | 1650 | 650 | 55 |
| 52 | Ñ0401.3 | 6210 | 1450 | 1550 |
| 53 | Ñ0401.3 | 1280 | 475 | 815 |
| 54 | Ñ0401.3 | 6885 | 180 | 4920 |
| 55 | Ñ0401.3 | 2215 | 285 | 1646 |
| 56 | Ñ0401.3 | 2075 | 490 | 1865 |
| 57 | Ñ0401.3 | 2005 | 1530 | 755 |
| 58 | Ñ0401.3 | 4490 | 1295 | 1970 |
| 59 | Ñ0401.3 | 1945 | 600 | 900 |
| 60 | Ñ0401.3 | 1230 | 0 | 1240 |
| 61 | Ñ0401.3 | 2080 | 1070 | 115 |
| 62 | Ñ0401.3 | 4520 | 120 | 2090 |
| 63 | Ñ0401.3 | 3220 | 1620 | 230 |
| 64 | Ñ0401.3 | 920 | 455 | 20 |
| 65 | Ñ0401.3 | 5520 | 250 | 1980 |
| 66 | Arapey | 1570 | 715 | 130 |
| 67 | Arapey | 3275 | 665 | 1205 |
| 68 | Arapey | 1840 | 365 | 755 |
| 69 | Arapey | 715 | 725 | 50 |
| 70 | Arapey | 3530 | 370 | 2030 |
| 71 | Arapey | 1845 | 635 | 1615 |
| 72 | Arapey | 2750 | 1770 | 175 |
| 73 | Arapey | 3965 | 1590 | 130 |
| 74 | Arapey | 2090 | 1335 | 115 |
| 75 | Arapey | 7310 | 450 | 2285 |
| 76 | Arapey | 820 | 820 | 75 |
| 77 | Arapey | 3970 | 0 | 2585 |
| 78 | Arapey | 1380 | 780 | 295 |

| | | | | |
|----|--------|------|------|------|
| 79 | Arapey | 3090 | 330 | 2660 |
| 80 | Arapey | 6693 | 320 | 206 |
| 81 | Arapey | 1369 | 1651 | 400 |
| 82 | Arapey | 2555 | 585 | 125 |
| 83 | Arapey | 960 | 985 | 205 |
| 84 | Arapey | 1375 | 1605 | 21 |
| 85 | Arapey | 2640 | 900 | 2200 |
| 86 | Arapey | 5100 | 1325 | 125 |
| 87 | Arapey | 1745 | 620 | 145 |
| 88 | Arapey | 4015 | 1850 | 400 |
| 89 | Arapey | 715 | 0 | 160 |
| 90 | Arapey | 4805 | 2285 | 770 |

9.1.2. Análisis estadístico de variedades y clones en estudio

El análisis de varianza indica que al menos hay una media diferente entre las medias de las variedades tanto para parte aérea como para raíces comerciales y raíces no comerciales:

Parte aérea:

The Mixed Procedure

Type 3 Tests of Fixed Effects

| Effect | Num DF | Den DF | F Value | Pr > F |
|----------|-----------|-----------|---------|--------|
| Variedad | 3 | 86 | 7.77 | 0.0001 |

The SAS System

Raíces comerciales:

The Mixed Procedure

Type 3 Tests of Fixed Effects

| Effect | Num DF | Den DF | F Value | Pr > F |
|----------|-----------|-----------|---------|--------|
| Variedad | 3 | 71 | 9.65 | <.0001 |

The SAS System

Raíces no comerciales:

The Mixed Procedure

Type 3 Tests of Fixed Effects

| Effect | Num DF | Den DF | F Value | Pr > F |
|----------|-----------|-----------|---------|--------|
| Variedad | 3 | 86 | 5.56 | 0.0016 |

The SAS System

El test de tukey para comparación de medias, con un nivel de significación $\alpha=0,05$ indica que:

Parte aerea:

Effect=Variedad Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----

| Obs | Variedad | Standard Estimate | Letter Error | Group |
|-----|----------|----------------------|-----------------|-------|
| 1 | Ñ | 3083.00 | 376.23 | A |
| 2 | Arapey | 2804.88 | 291.43 | A |
| 3 | K | 1481.20 | 291.43 | B |
| 4 | Itapebi | 1377.80 | 291.43 | B |

-no hay diferencias entre Ñ y Arapey. No se puede decir que Ñ presente mayor parte aérea que Arapey.

-no hay diferencias entre K e Itapebí

-Ñ y Arapey son diferentes de K e Itapebí, presentando ambas mayor parte aerea.

Raíces Comerciales:

Effect=Variedad Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----

| Obs | Variedad | Standard Estimate | Letter Error | Group |
|-----|----------|-------------------|--------------|-------|
| 1 | Arapey | 985.91 | 88.0847 | A |
| 2 | Ñ | 747.86 | 112.90 | AB |
| 3 | K | 421.75 | 94.4603 | B |
| 4 | Itapebi | 371.17 | 99.5699 | B |

-no hay diferencias entre Arapey y Ñ

-no hay diferencias entre Ñ, K e Itapebí. No se puede concluir que Ñ rinda mas en raíces comerciales que K e itapebí.

-Arapey es diferente de K e Itapebí. Estos datos permiten afirmar que Arapey presenta mayor rendimiento en raíces comerciales que K e Itapebí.

Raíces No Comerciales:

Effect=Variedad Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----

| Obs | Variedad | Standard Estimate | Letter Error | Group |
|-----|----------|-------------------|--------------|-------|
| 1 | Ñ | 1343.40 | 200.18 | A |
| 2 | Arapey | 754.48 | 155.06 | AB |
| 3 | K | 472.80 | 155.06 | B |
| 4 | Itapebi | 381.80 | 155.06 | B |

-no hay diferencias entre Ñ y Arapey.

-no hay diferencias entre Arapey, K e Itapebí. No se puede concluir que Arapey rinda mas en raíces no comerciales que K e itapebí.

-Ñ es diferente de K e Itapebí. Estos datos permiten afirmar que Ñ presenta mayor rendimiento en raíces no comerciales que K e Itapebí.

9.1.3. Datos de la prueba de consumo

| <i>Tratamiento</i> | <i>Repetición</i> | <i>Día</i> | <i>Restricción</i> | <i>Variable (Consumo g MS)</i> |
|--------------------|-------------------|------------|--------------------|--|
| 1 | 1 | 1 | 30% | 2068 |
| 1 | 2 | 1 | 30% | 1971 |
| 1 | 3 | 1 | 30% | 2226 |
| 1 | 4 | 1 | 30% | 1629 |
| 1 | 5 | 1 | 30% | 1487 |
| 1 | 6 | 1 | 30% | 1451 |
| 1 | 1 | 2 | 30% | 1889 |
| 1 | 2 | 2 | 30% | 1963 |
| 1 | 3 | 2 | 30% | 2116 |
| 1 | 4 | 2 | 30% | 2063 |
| 1 | 5 | 2 | 30% | 1666 |
| 1 | 6 | 2 | 30% | 1735 |
| 1 | 1 | 3 | 30% | 1574 |
| 1 | 2 | 3 | 30% | 1707 |
| 1 | 3 | 3 | 30% | 2002 |
| 1 | 4 | 3 | 30% | 1731 |
| 1 | 5 | 3 | 30% | 1488 |
| 1 | 6 | 3 | 30% | 1579 |
| 1 | 1 | 4 | 30% | 1958 |
| 1 | 2 | 4 | 30% | 1877 |
| 1 | 3 | 4 | 30% | 1822 |
| 1 | 4 | 4 | 30% | 1568 |
| 1 | 5 | 4 | 30% | 1768 |
| 1 | 6 | 4 | 30% | 1584 |
| 1 | 1 | 5 | 30% | 1850 |
| 1 | 2 | 5 | 30% | 1674 |
| 1 | 3 | 5 | 30% | 1729 |
| 1 | 4 | 5 | 30% | 1727 |
| 1 | 5 | 5 | 30% | 1906 |
| 1 | 6 | 5 | 30% | 1653 |
| 2 | 1 | 1 | 50% | 1449 |
| 2 | 2 | 1 | 50% | 1623 |
| 2 | 3 | 1 | 50% | 1350 |
| 2 | 4 | 1 | 50% | 2064 |

| | | | | |
|---|---|---|-----|------|
| 2 | 5 | 1 | 50% | 1837 |
| 2 | 6 | 1 | 50% | 1707 |
| 2 | 1 | 2 | 50% | 1359 |
| 2 | 2 | 2 | 50% | 1425 |
| 2 | 3 | 2 | 50% | 1331 |
| 2 | 4 | 2 | 50% | 2101 |
| 2 | 5 | 2 | 50% | 1811 |
| 2 | 6 | 2 | 50% | 1707 |
| 2 | 1 | 3 | 50% | 1422 |
| 2 | 2 | 3 | 50% | 1583 |
| 2 | 3 | 3 | 50% | 1515 |
| 2 | 4 | 3 | 50% | 1680 |
| 2 | 5 | 3 | 50% | 1760 |
| 2 | 6 | 3 | 50% | 1773 |
| 2 | 1 | 4 | 50% | 1569 |
| 2 | 2 | 4 | 50% | 1801 |
| 2 | 3 | 4 | 50% | 1566 |
| 2 | 4 | 4 | 50% | 2056 |
| 2 | 5 | 4 | 50% | 1862 |
| 2 | 6 | 4 | 50% | 1753 |
| 2 | 1 | 5 | 50% | 1668 |
| 2 | 2 | 5 | 50% | 1447 |
| 2 | 3 | 5 | 50% | 1507 |
| 2 | 4 | 5 | 50% | 2114 |
| 2 | 5 | 5 | 50% | 1852 |
| 2 | 6 | 5 | 50% | 1657 |

9.1.4. Análisis estadístico de la prueba de consumo

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase

| Clase | Niveles | Valores |
|-------------------------|---------|-------------|
| tra | 2 | 1 2 |
| rep | 6 | 1 2 3 4 5 6 |
| dia | 5 | 1 2 3 4 5 |
| Número de observaciones | 60 | |

Variable dependiente: con

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|--------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 161409.067 | 161409.067 | 3.52 | 0.0656 |
| Error | 58 | 2657631.267 | 45821.229 | | |
| Total | 59 | 2819040.333 | | | |

R-cuadrado 0.057257 Coef Var 12.37216 Raiz MSE 214.0589 con Media 1730.167

| Fuente | DF | Cuadrado de Tipo III SS | la media | F-Valor | Pr > F |
|--------|----|-------------------------|-------------|---------|--------|
| tra | 1 | 161409.0667 | 161409.0667 | 3.52 | 0.0656 |

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para con

Alfa 0.1
Error de grados de libertad 58
Error de cuadrado medio 45821.23
Valor crítico del rango estudentizado 2.36393
Diferencia significativa mínima 92.386

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey

| Agrupamiento | Media | N | tra |
|--------------|---------|----|-----|
| A | 1782.03 | 30 | 1 |
| B | 1678.30 | 30 | 2 |

Información del nivel de clase

| Clase | Niveles | Valores |
|-------|---------|-------------|
| tra | 2 | 1 2 |
| rep | 6 | 1 2 3 4 5 6 |
| dia | 5 | 1 2 3 4 5 |

Número de observaciones 60

Variable dependiente: con

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|---------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 9 | 415444.667 | 46160.519 | 0.96 | 0.4834 |
| Error | 50 | 2403595.667 | 48071.913 | | |
| Total c | 59 | 2819040.333 | | | |

| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | con Media |
|------------|----------|----------|-----------|
| 0.147371 | 12.67237 | 219.2531 | 1730.167 |

| Fuente | DF | Cuadrado de Tipo III SS | la media | F-Valor | Pr > F |
|---------|----|-------------------------|-------------|---------|--------|
| tra | 1 | 161409.0667 | 161409.0667 | 3.36 | 0.0729 |
| dia | 4 | 104207.3333 | 26051.8333 | 0.54 | 0.7056 |
| tra*dia | 4 | 149828.2667 | 37457.0667 | 0.78 | 0.5440 |

Medias de cuadrados mínimos

H0:LSMean1=
LSMean2

| tra | con LSMEAN | Pr > t |
|-----|------------|---------|
| 1 | 1782.03333 | 0.0729 |
| 2 | 1678.30000 | |

Número

| dia | con LSMEAN | LSMEAN |
|-----|------------|--------|
| 1 | 1738.50000 | 1 |
| 2 | 1763.83333 | 2 |
| 3 | 1651.16667 | 3 |
| 4 | 1765.33333 | 4 |
| 5 | 1732.00000 | 5 |

Medias de cuadrados mínimos para el efecto dia
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: con

| i/j | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | | 0.7783 | 0.3339 | 0.7656 | 0.9424 |
| 2 | 0.7783 | | 0.2140 | 0.9867 | 0.7236 |
| 3 | 0.3339 | 0.2140 | | 0.2080 | 0.3708 |
| 4 | 0.7656 | 0.9867 | 0.2080 | | 0.7112 |
| 5 | 0.9424 | 0.7236 | 0.3708 | 0.7112 | |

NOTA: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

| Número | tra | dia | con LSMEAN | LSMEAN |
|--------|-----|-----|------------|--------|
| 1 | 1 | 1 | 1805.33333 | 1 |
| 1 | 2 | 2 | 1905.33333 | 2 |
| 1 | 3 | 3 | 1680.16667 | 3 |
| 1 | 4 | 4 | 1762.83333 | 4 |
| 1 | 5 | 5 | 1756.50000 | 5 |
| 2 | 1 | 6 | 1671.66667 | 6 |
| 2 | 2 | 7 | 1622.33333 | 7 |
| 2 | 3 | 8 | 1622.16667 | 8 |
| 2 | 4 | 9 | 1767.83333 | 9 |
| 2 | 5 | 10 | 1707.50000 | 10 |

Medias de cuadrados mínimos

Medias de cuadrados mínimos para el efecto tra*dia
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: con

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | | 0.4333 | 0.3275 | 0.7385 | 0.7013 | 0.2961 | 0.1545 | 0.1541 | 0.7683 | 0.4432 |
| 2 | 0.4333 | | 0.0814 | 0.2657 | 0.2453 | 0.0708 | 0.0299 | 0.0298 | 0.2826 | 0.1244 |
| 3 | 0.3275 | 0.0814 | | 0.5167 | 0.5492 | 0.9467 | 0.6497 | 0.6488 | 0.4918 | 0.8299 |
| 4 | 0.7385 | 0.2657 | 0.5167 | | 0.9603 | 0.4748 | 0.2723 | 0.2718 | 0.9686 | 0.6639 |
| 5 | 0.7013 | 0.2453 | 0.5492 | 0.9603 | | 0.5058 | 0.2943 | 0.2937 | 0.9290 | 0.7003 |
| 6 | 0.2961 | 0.0708 | 0.9467 | 0.4748 | 0.5058 | | 0.6984 | 0.6974 | 0.4510 | 0.7783 |
| 7 | 0.1545 | 0.0299 | 0.6497 | 0.2723 | 0.2943 | 0.6984 | | 0.9990 | 0.2559 | 0.5042 |
| 8 | 0.1541 | 0.0298 | 0.6488 | 0.2718 | 0.2937 | 0.6974 | 0.9990 | | 0.2553 | 0.5033 |
| 9 | 0.7683 | 0.2826 | 0.4918 | 0.9686 | 0.9290 | 0.4510 | 0.2559 | 0.2553 | | 0.6357 |
| 10 | 0.4432 | 0.1244 | 0.8299 | 0.6639 | 0.7003 | 0.7783 | 0.5042 | 0.5033 | 0.6357 | |

9.3. FOTOGRAFÍAS DE LA PRUEBA DE CONSUMO

Imagen 1. Cultivo de donde se tomó la PA a ofrecer



Imagen 2. Parte Aérea ofrecida, depositada en los comederos



Imagen 3. Animales en piquetes comiendo la PA ofrecida



Imagen 4. Cerda comiendo sobre la plataforma



Imagen 5. Parte aérea rechazada en contraste con el mismo material en estado tal cual ofrecido



Imagen 6. Parte Aérea rechazada, detalle sobre el follaje

