

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA
LINEA DE PROFUNDIZACION II EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA
SUBLINEA FORRAJES



ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN PARA PORCINOS
EN EL TRÓPICO ALTO

Trabajo presentado por: Germán Andrés Vásquez Niño

BOGOTA D.C. Enero 14 DE 2003

INTRODUCCIÓN

Dentro de los sistemas de producción, el porcino se considera como uno de los mas contaminantes del medio ambiente, el aprovechamiento de la biodiversidad y recursos nativos en forma razonable, puede reducir insumos, y hacer más sostenible este sistema agropecuario. Para tal caso se decide presentar una revisión de 2 especies de plantas por cada grupo investigado (Leguminosas, hortalizas, tubérculos, raíces, gramíneas y una oleaginosa). Las plantas que se presentan se caracterizan por ser en su mayoría nativas, favoreciendo esto sus condiciones de adaptabilidad y crecimiento. Debido a que no son plantas exigentes en suelos, que se ajustan ha altitudes que van de los 2000 a los 3000 msnm, admiten índices de pluviosidad moderada (de los 700mm/año a los 1400mm/año) y de sequía; y en general, debido a sus ciclos vegetativos y de cosecha cortos se suma en consecuencia el hecho de necesitar altos índices de radiación solar. Estos factores hacen que sean adaptables para un sistema de producción tradicional.

Al alimentarse cerdos con forrajes de calidad superior se requieren menos cantidades concentrado. Honeyman y Roush, de la Universidad del Estado de Iowa, mostraron una reducción en el costo de alimento de más de \$3.00/por cerda, alimentadas con alfalfa durante la gestación. Aunque dentro de los sistemas porcícolas en pastoreo están fundamentados en el uso de forrajes, las legumbres parecen ser más apetecibles para los cerdos. Se reporta que en dos y medio Acres (1 hectárea aproximadamente) se pueden mantener 25 hembras en pastoreo.²¹

OBJETIVOS

- ❖ Investigación de alternativas alimentarias, brindando una posibilidad alimenticia extra para estos animales.
- ❖ Descripción del cultivo de algunos materiales investigados.
- ❖ Descripción de la calidad nutricional de 11 materiales estudiados.
- ❖ Reportar usos potenciales, pruebas de consumo, rendimiento e inclusión en dieta de los materiales citados para producción animal.
- ❖ Reportar posibles factores tanto antinutricionales como benéficos de los materiales citados para argumentar el potencial de su uso.

LEGUMINOSAS

Las leguminosas son una familia grande, diversa, y agrícolamente importante de plantas. Muchas especies son árboles y arbustos, y se mantienen como sus formas ancestrales que probablemente emergieron hace aproximadamente 135 millones de años durante el período Cretáceo. Para los humanos, sin embargo, las especies de leguminosas más importantes pertenecen a un grupo pequeño de cosecha herbácea y especies forrajeras. El rasgo principal común a las leguminosa, y el rasgo de más importancia para los humanos, es la habilidad para fijar el nitrógeno atmosférico por medio de rizomas y hacerlo asimilable para el crecimiento de la planta.²

Interacción Específica Hongo-Planta en las Leguminosas

Especies	Leguminosa
<i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>trifolii</i>	Trébol
<i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>phaseoli</i>	Frijol
<i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viceae</i>	Vetch
<i>Rhizobium meliloti</i>	Alfalfa, trebol dulce
<i>Rhizobium loti, lupini</i>	Trébol, lupino, garbanzo
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	Soya, cowpea, maní

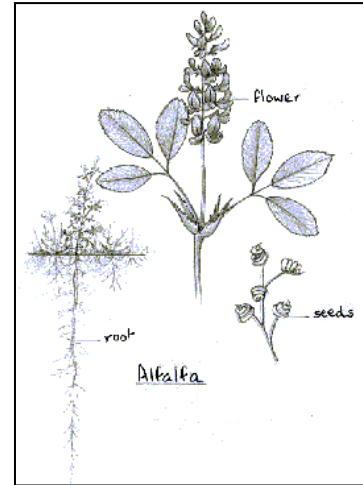
Tomado de: Heichel, G.H. 1985. Symbiosis: nodule bacteria and leguminous plants. p. 64-71. In: M.E. Heath, R.F. Barnes, and D.S. Metcalfe (eds.), Forages, the science of grassland agriculture. 4th ed. Iowa State Univ. Press, Ames.²

Datos generales:

Genero-especie	<i>Medicago sativa</i>	<i>Lupinus mutabilis</i>
Nombre vulgar	Alfalfa	Tarwi
Ciclo vegetativo	6m perenne	150-200d
Rendimiento (kg-MS/ha con follaje)	5-75 MT/ha/año (con 8-12 cortes por año). 24 en MS en Bolivia	3-4; 70arbustos/acre
Precipitación requerida	5-6 dm de lluvia año, resiste hasta un 35 % de reducción de la capacidad de retención del suelo, antes de afectarse la fotosíntesis	600mm/año-
Referencias	Duke. 1983. Handbook of Energy Crops	Rumbaugh. 1990;

Medicago sativa

La alfalfa es una leguminosa muy estimada, extensamente cultivada en las regiones subtropicales templadas y frescas. Se ha enunciado que tiene el valor como alimento henoificado de todas las cosechas que crecen normalmente, proveyendo las mayores concentraciones de proteína por hectárea cosechada para el ganado.¹ Asumiendo que se cuenta con un desagüe bueno y la fertilidad adecuada, la alfalfa es la productora de la proteína más alta de todas las legumbres, es más resistente a las enfermedades que el trébol rojo, y es más resistente a la debilidad debido a su sistema radicular profundo.²¹



Pruebas de uso.

-Diversificación de especies: *M. lupulina*, *M. arborea*, *M. falcata*. Su extracto tiene actividad antibacteriana sobre Gram-positivas. Es considerada antiescorbútica, antitusiva, diurética, emética, estrogénica, estimulante, y tónica, y sirve para ayudar a la solución de las úlceras pépticas, así como del sistema urinario y problemas del intestino.¹

-En UK rendimientos en fresco de 70 MT/ha/año en USA, rendimientos en MS de 15.75 MT/ha/año podrían proveer 275 GJ/ha/año de energía. Su valor como biomasa productora de calor en semilla es de 17.36 MJ/kg, donde el 72.60% son compuestos volátiles; Es considerada flora apícola.¹

-Producción de enzimas como la alfa-amilasa y la manganeso peroxidasa lignina dependiente (Mn-P); Producción de pulpa para papel; biorremediación para evitar el acumulo y contaminación con nitratos.²

- La alfalfa crece en más de 15 millones de hectáreas en América del Norte y más de 32 millones de hectáreas en el mundo; Recurso energético, con 700000ton de material, los tallos de la alfalfa se separarían y crearía el gas para alimentar una planta de poder de 75-megavatios, mientras las hojas se procesarían en alimento deshidratado para animales; Consumo directo(implementación intensiva, resistente a suelos ácidos y con altos niveles de aluminio, antierosiva, fijación más de 168 kg/ha de nitrógeno (por acre cultivado) año; Reporte de producción de *M. arborea* en plantaciones al norte de África de 3500 kg de MS/ha-año.³

Producción animal.

Inclusión en la dieta: 10% en bovinos, 100% de la dieta proteica de ovinos y terneros. En cerdas el reemplazo máximo con base en maíz es de 15%.²⁸

Rendimientos y ganancia diaria: En bovinos alimentados con alfalfa madura se reportan consumos de 26.3lb/día de MS con ganancias diarias de 700lbs.²⁸

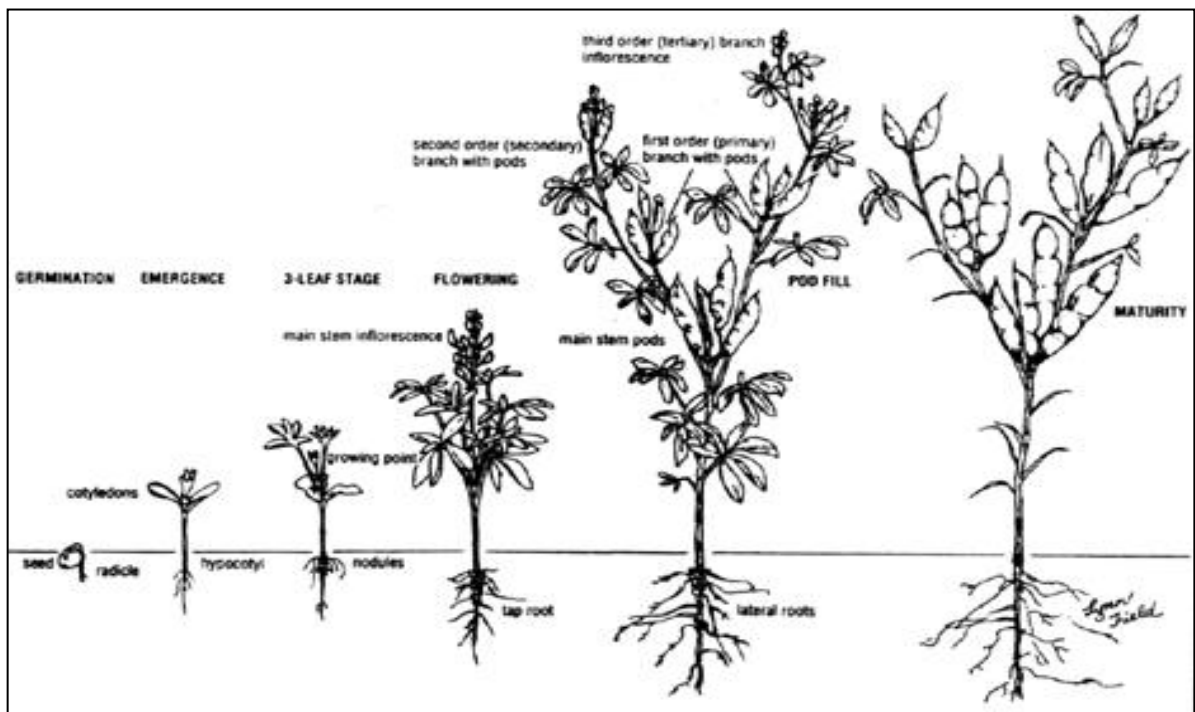
Factores antinutricionales.

Las semillas contienen los alcaloides estaquidrina y 1-homostaquidrina, es considerada emenagogo y lactogénica. Contienen compuestos relativamente tóxicos como: colina, ácido cítrico, ácido hidrocianico, limonene, ácido málico, ácido malónico, ácido oxálico(secuestrante de minerales), ácido pantoténico, pectina, ácido quínico, saponinas(hemólisis, hipotensión), taninos, trigonelina y triptofano(Hidroxi-L-Triptófano (5 HTP),precursor de la 5-hidroxitriptamina o serotonina (SHT) la cual puede causarconvulsiones, dilatación de la pupila, pérdida de los reflejos a la luz, ceguera aparente, hiperpnea y taquicardia). Se reportan cuatro isoflavonas en la alfalfa (la daidzeina, formononetina, genisteina, y biochanina A). Las semillas pueden contener inhibidores de la tripsina(retraso en el crecimiento).

Síntomas: Fotosensibilización, desordenes reproductivos, nefritis intersticial, eczema facial(ovinos), pericolangitis, ictericia.⁷

Lupinus mutabilis

El cultivo del lupino tiene por lo menos 2,000 años de existencia y muy probablemente los primeros en hacerlo fueron los egipcios. Existen más de 300 especies del género *Lupinus* (L.), pero muchos tienen niveles altos de alcaloides (compuestos de sabor amargo) haciendo la semilla desagradable al gusto y llegando incluso a ser tóxico. Pero cultivadores alemanes en 1920 produjeron las primeras selecciones de lupino libre de alcaloide al cual se le denomino lupino dulce. El lupino blanco(*L. albus* L.), Lupino amarillo (*L. luteus*), y el azul o de hojas estrechas(*L. angustifolius*) son los que mas se cultivan para cosechar.⁴Tambien se destacan el *L. angustifolius* y el *L. mutabilis*. Aunque son consideradas leguminosa de estación frescas están adaptadas a muchos climas y altitudes que van desde el norte de Europa a las áridas llanuras australianas y las regiones montañosas andinas.⁵



Fases de crecimiento de *Lupinus albus*

Pruebas de uso.

-Diversificación de especies , lupinos dulces(*L. albus*, *L. luteus*, *L. angustifolius*, *L. cosentini*)y lupinos perennes(*L. albaulis* y *L. nootakatensis*).³

-Puede aportar de un 40 a 190 kg/ha de nitrógeno.⁶

-En Australia se estiman 900000ha sembradas como abono verde y forraje.⁵

-La rotación de cultivos se inicia con el cultivo de la papa, seguida de la oca o haba, y tarwi o avena.¹⁴

-Cultivo acompañante de otras leguminosas(*Pisum sativum*) o forrajes, uso potencial de alimento para humanos. En EUA se esta desarrollando un mercado especializado de subproductos como harina, pasta, y la vaina como fibra dietaria. También su corte se usa como cama para animales.⁴

-Producción de aceite a partir de su semilla 10% son aceites. Su producción calórica en base seca se estima en 16,6 MJ/kg.

-Determinación de la digestibilidad de energía y aprovechamiento (metabolización del total de energía) de la misma en pollos en crecimiento la cual se estima en un 60%.¹⁰

-Determinación de condiciones edáficas para varias especies.¹¹

Producción animal.

Inclusión en la dieta: En ovinos puede reemplazar el 100% de la dieta dada en soya. En bovinos puede reemplazar hasta un 65% de la dieta dada en soya lo que equivale a un 10% de la ración total. En terneros puede reemplazar la dieta total proteica. En lechones menores de 225 lb. no se recomienda el uso de lupinos blancos. Los cerdos son bastante sensibles a los alcaloides y la palatabilidad puede ser un problema cuando los niveles de alcaloide exceden los 0.04% de la dieta en materia seca (la mayoría de los lupinos dulces tienen menos de 0.03%). Incluso a este nivel, el consumo de lupino se puede ver reducido severamente debido a un problema de palatabilidad. Los mejores ensayos se han hecho con la especie amarilla (*L. luteus*) y azul (*L. angustifolius*).⁴ En porcinos se recomienda hasta 300gr de *Lupinus luteus* día, con inclusiones que van para levante en un 10% y para ceba hasta un 7%.²⁹ Otro reporte con *L. albus* en dieta para cerdos de precebo, recomendó un 14% máximo de inclusión.³⁰

Rendimientos y ganancia diaria: En ganaderías lecheras se menciona un incremento de 3.5% en el rendimiento de grasa corregida en leche cuando se suplemento un 75% de la dieta proteica en lupino reemplazando a la soya. Esto es debido posiblemente a un mayor contenido de grasa en la semilla.⁵ En porcinos se reportan ganancias diarias de 580Kg. Con consumos promedios de 2.90 Kg. Durante una etapa de 40 a 100kg. Reemplazando dietas con harina de pescado en un 50 % y conversiones de 5.00.²⁹

Factores antinutricionales.

Alcaloides(lupaninas, lupinina, espatulatina, lupinidina, gramina, esparterina).⁶ Inhibidores de la tripsina, menos los dulces; alcaloides quinolizidinicos (anagirina y amodendina); lupinosis por micotoxinas(*Fusarium subglutinans* y *Phomopsis leptostomiformis*); mas de 0.04%de la dieta en MS en cerdos hace que baje el consumo y la palatabilidad; tiene bajos niveles de metionina; niveles altos de manganeso.⁴ Oligosacáridos no digeribles³⁹

Síntomas: letargia, incoordinación, excitación y parálisis del centro vasomotor y respiratorio conllevando a asfixia y convulsiones. Diarrea y hepatitis, teratógeno(artogripósis, escoliosis).⁷

HORTALIZAS

Dentro de las hortalizas las cucurbitáceas consisten en un grupo de 100 géneros y al menos 750 especies conocidas. Su evidencia arqueológica data de 12000 años antes de nuestra era. Se presentara el estudio de *Cucurbita pepo* y *Cyclanthera pedata* como fuente potencial de alimento para porcinos. Para el caso se reporta el uso tradicional de Cucúrbitaceas para alimentación de équidos y ganado.⁹

Datos generales:

Genero-especie	<i>Cucurbita pepo</i>	<i>Cyclanthera pedata</i>
Nombre vulgar	Calabacín	Caigua, achucha, shajush, pepino.
Ciclo vegetativo	perenne 8m	anual
Rendimiento (kg-MS/ha con follaje)	800kg/ha	
Precipitación requerida	min1000mm	
Referencias	31, 32	

Cucurbita pepo

Se estima que este genero se domestico 5000 años antes de nuestra era aproximadamente, aunque existen reportes de uso en relación a culturas mexicanas precolombinas de *Cucurbita pepo* de 8500 años a.c. Tienen un amplio rango de adaptación climática y de altitud. Esta especie es originaria del nuevo mundo.⁸



Pruebas de uso.

-Planta atrayente y controladora de insectos. Dependiendo de las especies, pueden usarse virtualmente todas partes de la planta para el consumo, incluso las hojas, retoños, raíces, flores(alto niveles de Ca, P, carotenos, Tiamina y Riboflavina), semillas(39% de aceites, proteínas de 44% y 1% de fósforo) y las frutas inmaduras y maduras. Puede extraerse el almidón de las raíces, y las semillas son una fuente rica de aceites y proteínas.⁸

-Cruzamiento y diversificación experimental entre especies (*C. argyrosperma*, *C. ficifolia*, *C. máxima* y *C. moschata* entre otras). Aprovechamiento de variedades silvestres(fraterna y texana) para mejorar vigor y resistencia a enfermedades.⁹

-Propiedades medicinales como diurético, antiulcérica, antipirética, antiverminosa intestinal, propiedades ante el sarampión, la viruela y la ictericia. Procinético antimeteórico.⁸

-Es considerada flora apícola.⁹

Factores antinutricionales.

Saponinas y abortificantes en el 2do tercio de gestación por proteínas que pueden inhibir la función ribosomal.⁸ Presencia del alcaloide cucurbitacina en sus semillas.³¹

Síntomas: hemólisis, hipotensión.

Cyclanthera pedata

Este genero oriundo de Sudamérica reporta unas 22 especies de las cuales las más cultivadas son: *C. pedata*, *C. brachybrotys* y *C. explodens*. Su uso data de 750 años antes de nuestra era.⁹ Se reporta que esta planta anual presenta un fácil crecimiento, adaptación a bajas temperaturas y a altitudes por encima de los 2000 msnm.⁸



Pruebas de uso.

-Estudios de hibridación con solo tres o cuatro especies incluyendo *C. dissecta* a las nombradas y difusión de especies a nivel mundial(China e India principalmente).⁹

TUBERCULOS

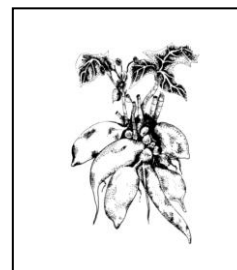
Debido a que los Andes es uno de los ocho centros de biodiversidad de plantas cultivables, se considera un área importante para el desarrollo y conservación de germoplasma. Los tubérculos constituyen uno de los recursos más valiosos de esta región debido a su alto potencial de producción y mantenimiento de zonas agroecológicas. Su uso se reporta desde hace 10000 años.¹² En esta aproximación se estudia el *Ullucus tuberosus* y el *Tropaeolum tuberosum*.

Datos generales:

Genero-especie	Ullucus tuberosus	<i>Tropaeolum tuberosum</i>
Nombre vulgar	Melloco/Chunguas	Machua, Cubio
Ciclo vegetativo	140-225d	150-200d
Rendimiento (kg-MS/ha con follaje)	5-15ton/h	40t/h –35kg/ha
Precipitación requerida	1000mm	700mm
Referencias	Collins, W.W 1993. ⁴⁰	13 , 33

Ullucus tuberosus

El Ulluco, o Añu, es una de las cosechas que más área comercial involucra en los andes junto a la papa. Hay un número grande de variedades que se diferencian por su forma: redondos, cilíndricos y ovalados, y principalmente por su color, en los que se incluyen: amarillo, rosa, rojo y verde. A comparación de la papa es un tubérculo más rustico y menos exigente de condiciones edáficas.¹³



Pruebas de uso

-Las hojas también son comestibles, y puede cocinarse y comerse como la espinaca. Debido a sus costos de producción y comercialización el ulluco se convierte en una alternativa para el sustento alimentario en condiciones de pobreza.¹³

-Un estudio en Nueva Zelanda con 15 accesiones originarias de Sudamérica para evaluar crecimiento y adaptación a sus condiciones, junto a otros tubérculos, se determino que eran los únicos que después de la cuarentena resultaron positivos a una infección viral.¹³

-Se reporta en siembras de ladera en Bolivia siendo los cultivos principales: papa comercial, papa nativa, oca, papalisa y haba e incluyen en menor proporción avena y tarwi. La rotación de cultivos presenta la siguiente secuencia: Papa, oca, asociación de oca y haba, papalisa y avena o tarwi.¹⁴

-Su forma principal de propagación se da por estolones al igual que otros tubérculos, ya que no es viable la reproducción por semilla.¹²

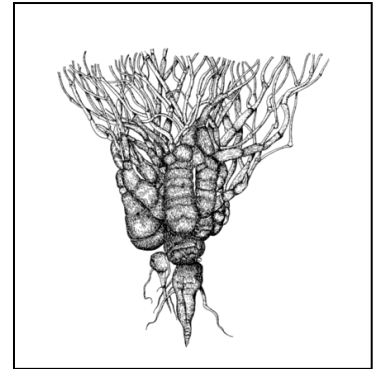
- La conservación de la diversidad de cultivares locales en campos de agricultores incorpora nociones de dinámica espacial de "sistemas en mosaico" o policultivo, donde cada especie y variedad se encuentra dispersa en el germoplasma de varias familias, donde la semilla se regenera con regularidad y además es cultivada abarcando un rango de condiciones microclimáticas (tres pisos altitudinales, con

microclimas particulares) para disminuir el riesgo de pérdida de cultivares por heladas, granizada, sequía u otras adversidades climáticas y bióticas.¹⁴

- La papalisa es un producto altamente perecible pero se presta muy bien a la deshidratación, lo cual podría desestacionalizar la oferta.¹⁴

Tropaeolum tuberosum

El *T. tuberosum* que parece muy similar a la capuchina de jardín, pero con las flores más pequeñas, es una planta que bajo buenas condiciones se extiende rápidamente y puede cubrir el terreno.¹³ Por la forma del tubérculo se destaca un solo grupo: el cónico, dentro del cual se distinguen tres colores principales: Amarillo, morado y blanco; como colores secundario en el tubérculo predomina el rojo y el verde distribuido en forma de jaspes en la zona próxima a los ojos.¹⁴



Pruebas de uso.

- En forma tradicional se reporta en Bolivia que el isaño es utilizado para los enfermos de la próstata por lo cual es comercializada en pequeñas cantidades en las poblaciones urbanas.¹⁴

-Se reporta que es tolerante a tierras pobres, y también parece inmune a muchos insectos, y se informa a su vez que repele insectos.¹³

- El *T. Tuberosum* puede producir frutos en los que algunas de sus semillas pueden ser viables para reproducirlo.¹²

-Contiene un aceite (p-metoxibenzil isotiocianato) que se usa en etnomedicina Andina.¹²

Factores antinutricionales.

Alcaloides, flavonoides, fitoesteroles, sesquiterpen-lactonas y heterosidos cardiotónicos.³³

Síntomas: Taquicardia, fitoestrogenismo

RAÍCES

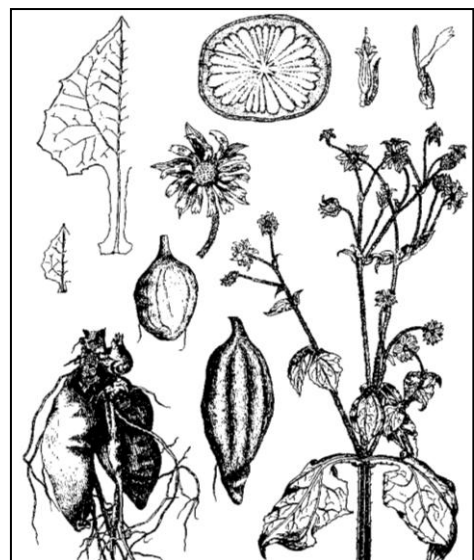
A diferencia de los tubérculos las raíces son de un porte más fibroso. En consecuencia su cantidad de materia seca es mayor en proporción a la mayoría de tubérculos. Aunque las raíces se han introducido en la dieta animal durante mucho tiempo en los sistemas de producción ancestrales, y fuera de la remolacha (*Beta spp.*) y la reciente valoración de la yuca (*Manihot sculenta*) es poco lo que se conoce de muchos de sus géneros.

Datos generales:

Genero-especie	<i>Polymnia sonchifolia</i>	<i>Beta vulgaris</i>
Nombre vulgar	<i>Yacón, arboloco</i>	<i>Remolacha forrajera</i>
Ciclo vegetativo	perenne, madurez de 7 a 12m	60-90d
Rendimiento (kg-MS/ha con follaje)	3kg/planta- 41t/h	1000-3000kg/ha
Precipitación requerida	600-800mm en estado desarrollado puede soportar sequías	1000-1500mm
Referencias	Ruskin ³⁸	

Polymnia sonchifolia

Originario de los Andes, se cultiva desde Venezuela hasta el noreste argentino, en las faldas de la cordillera con climas subtropical y tropical, alrededor de los 2 000 m. Las formas silvestres fueron encontradas por Bukasov en la meseta de Cundinamarca en Colombia. Es un cultivo típicamente campesino. Su producción se incrementó durante la sequía general que asoló la región andina en 1982-83, cuando la producción de la papa, gravemente afectada, fue reemplazada con buenos resultados por la de yacón. Se menciona su uso para la alimentación de ganado bovino y porcino.¹⁶



Pruebas de uso.

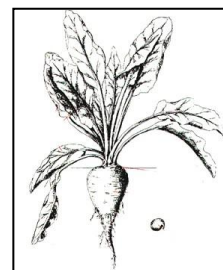
-Permite asociaciones de cultivo con otros tubérculos y posee altos niveles de inulina.¹³

-Producción de sirope de yacón en Bolivia, aprovechando la alta concentración de fructanos que posee. Como es un endulzante bajo en calorías resulta interesante para ciertos tipos de dietas y diabéticos. Existe un potencial agroindustrial para la transformación de estos azúcares en alcohol o panela. Además de poseer acción probiótica en el colon humano.¹⁵

- Importancia como cultivo forrajero perenne que da sostén al suelo y da cobertura en condiciones áridas.¹⁵

Beta vulgaris

La remolacha forrajera variedad o subespecie *vulgaris* tiene como ancestro la subespecie *marítima*, que crece en las costas de Gran Bretaña. La remolacha forrajera se distribuye a nivel mundial. De esta misma subespecie se procesa el azúcar. En Europa se reporta su uso para la alimentación del ganado. Por selección el contenido de azúcar ha aumentado de 5% a 20%.¹⁷



Pruebas de uso.

-La decocción de la semilla se usa en medicina natural para tumores intestinales; las semillas hervidas en agua se menciona que curan tumores genitales; otras partes de la planta tienen propiedades anticancerígenas; se nombra que la betacianina y antocianina como factores importantes en el intercambio de sustancias de células cancerígenas; se nombran otros dos componentes de las aminas, colina y su producto de oxidación, la betaina, cuya ausencia produce tumores en los ratones; también se usa como purgante, anti-hemorroides, emenagogo, calmante y se recomienda su jugo para la anemia y la ictericia. La planta es eficaz para tratar la ascariasis felina.¹⁷

-Los potenciales investigados de producción de biomasa en Europa son de 240 GJ/ha/año, de los cuales se da un rendimiento de 108 GJ/ha/año como combustible líquido. Mucho del germoplasma disponible es resistente a gran variedad de plagas, las mejores variedades reportadas son: 'Early Wonder', 'Detroit Dark Red', 'Ruby Queen', y 'Crosby'.¹⁷

-No se recomienda la rotación o policultivo con plantas del genero Brassica, debido a que estas hospedan nematodos ávidos por el azúcar de su bulbo.¹⁷

-En 1999 se procesaron 190000 toneladas en USA. El mayor productor a nivel mundial es Francia con 29504000 toneladas en 2001, en Sudamérica el mayor productor es Chile con 3169000 toneladas en 2001.¹⁸

-En la actualidad la selección ha conducido, prácticamente, a tres grandes tipos:

Tipo E: (del alemán Enstereich: rico en cosecha). Son plantas rústicas que dan un rendimiento en peso elevado, pero con riqueza media.

Tipo Z: (del alemán Zuckerreich: rico en azúcar). Son plantas con menos hojas, que proporcionan una menor cosecha, pero con raíces más ricas en azúcar. Su ciclo suele ser de menor duración. Son propias de suelos fértiles.

Tipo N: (del alemán Normalreich: medianamente rica). Tiene aptitudes intermedias entre los dos tipos anteriores, es decir, más producción que las de tipo Z en peso, y más riqueza en azúcar que las de tipo E. Su rusticidad también es intermedia entre los tipos E y Z.¹⁸

Producción animal.

Inclusión en la dieta: La pulpa, en cerdos, puede reemplazar en un 10% una dieta con base en maíz.²⁸

Factores antinutricionales.

Se ha reportado que los azucres en ovinos son causa de cálculos renales(fosfóricos y úricos). Las hojas frescas contienen un 1% de ácido oxálico(secuestrante de minerales), HCN y nitratos o nitritos. Presencia de saponinas.¹⁷

Síntomas: Disuria, baja tasa de crecimiento, anoxia citotóxica, bocio; además los nitratos y nitritos son cancerígenos potenciales en los tractos digestivos, urinario y respiratorio, así como teratogénicos.

GRAMÍNEAS

Las gramíneas son la principal fuente de alimento bien sea procesado o fresco para la mayoría de sistemas de producción pecuario. Debido a su fácil propagación de acuerdo a los lugares adaptados y a los rendimientos por hectárea en peso y biomasa.

Datos generales:

Genero-especie	<i>Secale cereale</i>	<i>Zea mays</i>
Nombre vulgar	Centeno	Maíz
Ciclo vegetativo	30-60perenne	3-8m
Rendimiento (Kg.-MS/ha con follaje)	1500kg/ha	50 ton/ha, 4,234 kg/ha
Precipitación requerida	1000mm	
Referencias		34

Secale cereale

Aparentemente originario de las estepas de Asia central, junto a otros cereales ha evolucionado en los últimos 2000 años por la importancia que representa para muchas comunidades su cultivo. Cerca del 50% de la producción en USA se destina al procesamiento del grano el resto es usado como forraje de consumo y henificación para animales.



Pruebas de uso.

-Existe un gran numero de variedades que se adaptan a muchas condiciones edafoclimáticas. Ayuda al sostén del suelo, mantiene la humedad, mejorando la penetración y retención de agua, evitando la erosión.¹⁹

-El grano presenta una proteína que es mas digerible y tiene mas y mejor TDN que la avena. Su maduración es mas rápida que el trigo y tiene los mayores niveles de proteína cruda aunque los rendimientos en forraje son menores.¹⁹

-La Paja se usa para la fabricación del papel, blancos del tiro de arco, y abono verde o compost. Su cultivo se alterna principalmente con trigo.²⁰

-Se usa en etnobotánica como laxante y anticancerígeno.²⁰

-Una hectárea que produzca 1,258 Kg., equivalen a 4,201,720 Kcal., su producción calórica en base seca, al igual que otros cereales esta estimado en 17MJ/Kg.²⁰

Producción animal.

Inclusión en la dieta: debido a su valor alimentario puede reemplazar en un 85-90% las dietas basadas con granos de maíz.¹⁹

Factores antinutricionales.

El centeno es muy propenso a contaminarse con Ergot lo cual puede ser un inconveniente si se llega a suministrar como alimento o como forraje, cuando el centeno contiene mas de 0.5% se considera no apto para el consumo.¹⁹

Síntomas: la micotoxinas de *Claviceps purpurea* pueden causar gangrena por efectos vasoconstrictores y también calambres, y aumento de contracciones uterinas.

Zea mays

Los indígenas Americanos cultivaban el maíz extensivamente mucho antes que los europeos arribarán a estas tierras. Los estudios arqueológicos indican que el maíz era cultivado por lo menos hace 5600 años en las Américas. El maíz es un cereal fundamental para la alimentación humana en América Central y del Sur, y muchas partes de África. En EE.UU. (75%)y Europa se usa casi completamente para la alimentación de animales, como grano, forraje o subproductos. Es uno de los materiales mas usados como principal componente energético para la alimentación, y en consecuencia es uno de los cereales más investigados y diversificado no solo en variedades sino también en usos.²⁷



Pruebas de uso.

-Al aprovechar variedades regionales de porte alto, los rendimientos de follaje son mayores que en especies híbridas.³⁴

-Casi todos el maíz que crece en los Estados Unidos es de variedades híbridas. La semilla se obtiene cruzando líneas innatas que se obtienen por la misma polinización a través de varias generaciones.²⁷

-De 12 a 15 por ciento de la cosecha en Estados Unidos se procesa para almidón, azúcar de maíz, jarabe, aceite de maíz, comida de maíz-aceite, gluten, whisky, alcohol, y para la comida humana directa en el formulario de hojuelas de maíz, harina de maíz, hominy y arenisca.²⁷

- Se reporta que las decocciones, cataplasmas, y la harina de la semilla para remedios de pacientes con tumores y verrugas. Se dice que el té hecho de la semilla puede ayudar en la cura de el cáncer de pulmón. Las semillas se usan como diurético. Se considera alexetérico, anodino, antiséptico, astringente, colerético, cianogénico, litolítico. Además en dolencias diversas como enfermedad Luminosa, acne, cistitis, diabetes, hidropesía, disentería, dismenorrea, gingivitis, gota, hepatitis, hipertensión, inflamación, influenza, menorragea, metritis, nefritis, oliguria, pulmonía, prostatitis, reuma, cálculos, estranguria.³⁶

-Puede producir en biomasa 28MJ/Kg.³⁶

Producción animal.

Rendimientos y ganancia diaria: Se reportan ganancias diarias en porcinos con dietas de mazorca, sin suplemento proteico, de 91 a 200gr, con conversiones de 3.3 a 8.9. Al suministrarse soya como suplemento se logran conversiones de 2.1.²⁸

Factores antinutricionales.

Deficiente en Ca.²⁸

Oleaginosas

EL uso de oleaginosas se remonta más de 3000 años a culturas del este Asiático.²⁶ Debido a su potencial productor de aceites poliinsaturados que los hacen mas saludables que muchos de extracción animal. Junto al nabo existe un potencial no

explotado de plantas para la producción no solo de aceite, sino también de combustible, después del aceite de palma y soya es el mas explotado, pero de igual forma existen plantas como el girasol, el Egusi (*Citrullus lanatus*), Jojoba (*Simmondsia chinensis*), cucurbitáceas como *Cucurbita foetidissima*.²⁵

Datos generales:

Genero-especie	<i>Brassica oleracea</i>
Nombre vulgar	Tallos, nabo
Ciclo vegetativo	70d - 150d
Rendimiento (Kg.-MS/ha con follaje)	6ton-MS/acre
Precipitacion requerida	700mm
Referencias	35

Brassica oleracea

Las Brassicaceae comprenden casi 300 géneros y 3,000 especies.²² En el S.XIII el nabo se introdujo a Europa y de hay se expandió al resto de América.²³ la especie *Brassica napus* incluye variedades como la rutabaga, col Siberiana, y colsa. ²² En la década de los 50s por trabajos de selección se produjo la canola, que se distingue por no tener los factores antinutricionales que tiene esta especie.²⁴

Pruebas de uso.

- La agudeza, sabor y olor típico de especies de *Brassica* se debe a la presencia de metabolitos secundarios llamados glucosinolatos. Estos compuestos contienen azúcar y azufre en su composición, y son disociados por la enzima mirosinasa para liberar compuestos como isotiocianatos, tiocianatos y nitrilos. Algunos de estos compuestos tienen actividad biológica, como propiedades anticarcinogénicas. Otros, compuestos como el sinigrin, presente en el coliflor, tiene propiedades antifúngicas, protegiendo a las plantas de enfermedades vasculares. ²²

-Selección de variedades con resistencia a rangos más amplios de temperaturas.²⁴

-Por medio de ensayos biotecnológicos se intenta diversificar la producción de compuestos oleosos(aceites y ácidos grasos). ²⁴

-La producción de HEAR (High Erucic Acid Rapeseed Oil) como lubricante donde se requiere estabilidad a altas temperaturas . Debido a su alta polaridad, el tamaño de molécula uniforme, y largas cadenas de carbono tiene mayor afinidad a superficies metálicas mejorando la lubricación de los aceites minerales. Es fácilmente

biodegradable lo cual permite su uso donde la contaminación ambiental es un problema.²⁴

Producción animal.

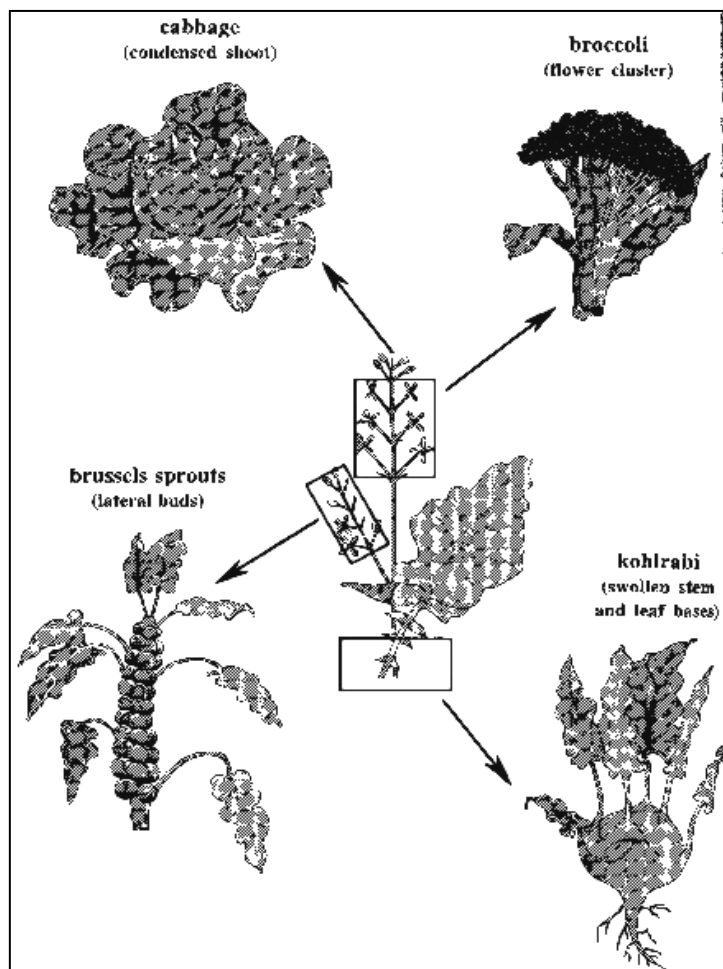
Inclusión en la dieta: En bovinos se utiliza en pastoreo con TDN de 65-80% y digestibilidad del 80-85%.³⁵

Factores antinutricionales.

También poseen glucosinolatos antinutricionales, como la progoitrina que es goitrogénica. Además los tiocianatos se consideran bociogénicos.²²

Síntomas: constipación, enterorrea, disentería, anemia, hemoglobinuria, ictericia, enfisema pulmonar, hepatitis tóxica.⁷

Representación del origen evolutivo de variedades a partir de un primordio o planta original del género Brassica spp.



CONCLUSIONES

- Dentro de las plantas nativas existen alternativas promisorias que deben ser estudiadas.
- La información de factores antinutricionales y medicinales es la base para aprovechar en forma adecuada el recurso alimentario, lo cual debe ser investigado.
- Se debe conocer e investigar más acerca de los niveles de inclusión en la dieta de diferentes especies, debido al potencial alimentario que presentan las especies estudiadas.
- Desconocer el potencial de recursos nativos y avances culturales (etnomedicina y etnobotánica) va en contra del progreso sostenible de una región, y se les debe dar la importancia que merecen dentro del ámbito científico así se consideren ensayos exploratorios.
- El potencial productivo de las especies estudiadas y su aplicación en sistemas productivos tradicionales necesita de estudios prácticos o ensayos exploratorios; en consecuencia se debe entender que estas plantas podrían incrementar la rentabilidad productiva inicialmente de especies animales criollas (no de aquellos denominados de alta genética), o muy bien adaptadas a nuestro medio y medios alimenticios.

ANEXOS

Tabla De Rendimientos Agronómicos

Género-especie	Nombre vulgar	Ciclo vegetativo o edad cosecha (días)	Rendimiento (ton/ha)		Referencias
<u>Leguminosas</u>			Follaje	Raíz o fruto	
<i>Medicago sativa</i> (BS)	Alfalfa	120-180 perenne	0,24MS y 8-12 cortes año		Duke, J. A. 1983; Bouton, J.H. 1996. www.hort.purdue.edu/newcrop.html
<i>Lupinus mutabilis</i> (BH)	Tarwi	150-200	20-80arbustos por hectarea; 3-4		Perdomo, A. C. 1996; Putnam, D.H. 1993
<u>Hortalizas</u>					
<i>Cucurbita pepo</i> (BH)	Calabacín	320 perenne		0,8	Camacho, R. 1995; Barrera M, N.
<i>Cylanthra pedata</i>	Caigua	anual			
<u>Tubérculos</u>					
<i>Ullucus tuberosus</i> (BH)	Melloco, Chunguas	190-280		5-15.	CIP. 1995; Terrazas, F. 1994; Martin, R.J. 1996.
<i>Tropaeolum tuberosum</i> (BH)	Machua, Cubio	150-260		40	Ruskin, F. 1989; Terrazas, F. 1994 www.hort.purdue.edu/newcrop.html
<u>Raíces</u>					
<i>Polymnia sonchifolia</i> (BH)	Yacón, arboloco	210-360 perenne		41	Bermejo, H. 1994; Ruskin, F. 1989 www.hort.purdue.edu/newcrop.html
<i>Beta vulgaris</i> (BS)	Remolacha forrajera	60-90		1-3.	Duke, J. A. 1983; www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolacha_azucarera.htm
<u>Oleaginosa</u>					
<i>Brassica oleracea</i> (BH)	Tallos	70-150		1,5-2,4	Rubatzky, V.E. 1996, www.vric.ucdavis.edu ; Undersander,
<u>Gramíneas</u>					
<i>Secale cereale</i> (BH)	Centeno	30-60 perenne		1.5-5	Oelke, E.A. 1990; Duke, J. A. 1983
<i>Zea mays</i> (BH)	Maíz	90-240	5,-50		Magness et. al. 1971; Duke, J. A. 1983; Johnson, D.L. 1990

Tabla De Calidad Nutricional

[illegible]

Tabla De Producción Animal

Género-especie	Nombre vulgar	Nivel de inclusión en dieta	Rendimiento animal	Referencias
Leguminosas				
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	10% en bovinos, 100% de la dieta proteica de ovinos y terneros. En cerdas, reemplazo máx. con base en maíz es de 15%.	En bovinos se reportan consumos de 26.3lb/día de MS con ganancias diarias de 700lbs.	Kellems, R. And Church, D.C. 1997
<i>Lupinus mutabilis</i>	Tarwi	En ov. reemplaza 100% de dieta en soya. En bov. 65% de dieta en soya, equivale a 10% de ración total. En terneros 100% de dieta proteica. En porcinos se recomienda hasta 300gr de L. luteus día, con inclusiones en levante de 10%, ceba de 7%, y 14% de L. albus en precebo.	En vacas aumento 3.5% el rendimiento de g.c.l. cuando se suplemento un 75% de la dieta proteica reemplazando la soya. En porcinos se reportan ganancias de 580Kg/día. con consumos de 2.90 Kg. en ceba. Reemplazando dietas con h.p en un 50 % y conversiones de 5.	Putnam, D.H., 1997. www.hort.purdue.edu/newcrop.html ; Rosa W, J. G. 1974; Romero, O. 1978.
Hortalizas				
<i>Cucurbita pepo</i>	Calabacín			
<i>Cylanthra pedata</i>	Caigua			
Tubérculos				
<i>Ullucus tuberosus</i>	Melloco, Chunguas			
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Machua, Cubio			
Raíces				
<i>Polymnia sonchifolia</i>	Yacón, arboloco			
<i>Beta vulgaris</i>	Remolacha forrajera	La pulpa, en cerdos, puede reemplazar en un 10% una dieta con base en maíz.		Kellems, R. And Church, D.C. 1997
Oleaginosa				
<i>Brassica oleracea</i>	Tallos	En bovinos se utiliza en pastoreo con TDN de 65-80% y digestibilidad del 80-85%.		D. J. Undersander et al.1992.
Gramíneas				
<i>Secale cereale</i>	Centeno	Puede reemplazar en un 85-90% las dietas basadas con granos de maíz		Oelke, E.A. et.al. 1990
<i>Zea mays</i>	Maíz		Conversiones de 3.3 a 8.9 en cerdos, se obtienen con dietas de mazorca, sin suplemento proteico, de 91 a 200gr, con soya se logran conversiones de 2.1	Kellems, R. And Church, D.C. 1997

Tabla De Propiedades Antinutricionales Y Medicinales

Género-especie	Nombre vulgar	Factores antinutricionales	Usos medicinales	Referencias
Leguminosas				
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Ác.oxálico, saponinas, taninos. Isoflavonas: daidzeína, formononetina, genisteína, y biochanina A. Inhibidores de tripsina. Alcaloides (estaquidrina y 1-homostaquidrina)	Se considera antiescorbútico, antitusivo, diurético, ecbólico, estrogénico, estimulante, tónica, y ayuda a la solución de úlceras pépticas. Actividad antibacterial sobre G+.	Duke, James A. 1983; Jones, T.C. Et al.1997
<i>Lupinus mutabilis</i>	Tarwi	Alcaloides(lupaninas, lupinina, espatulina, gramina, esparterina) quinolizidinicos (anagrina y amodendina), max. 0.04% en dieta de MS.; lupinosis por micotoxinas, + Mn.	Puede aportar de un 40 a 190 kg/ha de nitrógeno	Perdomo, A. C. 1996; Putnam, D.H., et.al. Nov., 1997
Hortalizas				
<i>Cucurbita pepo</i>	Calabacín	Saponinas y abortificantes en el 2do tercio de gestación por proteínas que pueden inhibir la función ribosomal. Presencia del alcaloide cucurbitacina en sus semillas.		Ng, T.J. 1993; Barrera M, N
Tuberculos				
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Machua, Cubio	Alcaloides, flavonoides, fitoesteroles, sesquiterpen-lactonas y heterosidos cardiotónicos; bajos niveles de yodo (bocio)	Se reporta que es tolerante a tierras pobres; es resistente y repele a muchos insectos. Contiene un aceite(p-metoxibenzil isotiocianato) que se usa en etnomedicina.	Terrazas, F. y Valdivia, G. 1994, Ruskin, F. R. 1989
Raíces				
<i>Polymnia sonchifolia</i>	Yacón, arboloco		Posee alta concentración de fructanos. Es un endulzante bajo en calorías ideal para dietas y diabéticos. Acción probiótica en el colon humano y posee altos niveles de inulina.	CIP Annual report 2000
<i>Beta vulgaris</i>	Remolacha forrajera	Sus azucares en ovinos son causa de cálculos renales(fosfóricos y úricos). Las hojas frescas contienen un 1% de Ác.oxálico(secuestrante de minerales), HCN y nitritos. Saponinas.	Anticancerígeno; betacianina y antocianina; colina; como purgante, antihemorroides, emenagogo, calmante y se usa el jugo para la anemia, la ictericia y la ascariasis felina.	Duke, James A. 1983.
Oleaginosas				
<i>Brassica oleracea</i>	Tallos	Poseen glucosinolatos antinutricionales, como la progoitrina que es goitrogénica. Además los tiocianatos se consideran bociogenicos.	Anticancerígeno. Otros, compuestos como el sinigrin, tiene propiedades antifungicas, protegiendo a las plantas de enfermedades vasculares.	Rubatzky, V.E. y Yamaguchi, M. 1996; Jones, T.C. Et al.1997
Gramíneas				
<i>Secale cereale</i>	Centeno	Propenso a contaminarse con Ergot es un problema si se suministra como pienso, cuando contiene mas de 0.5% de contaminacion no es apto para el consumo.	Se usa en etnobotánica como laxante y anticancerígeno.	Oelke, E.A. et.al. 1990; Duke, James A. 1983
<i>Zea mays</i>	Maíz	Deficiente en Ca, se considera cianogénico.	Anticancerígeno, alexetérico, anodino, astringente, colerético, diurético, litolítico. En dolencias como diabetes, hidropesía, reuma, dismenorrea, gingivitis, gota, hipertensión.	Duke, James A. 1983; Kellems, R. And Church, D.C. 1997

REFERENCIAS

- ¹ Duke, James A. 1983. Handbook of Energy Crops. *Medicago sativa* L.(unpublished). www.hort.purdue.edu/newcrop.html.(Last update Wednesday, January 7, 1998.)
- ² Bouton, J.H. 1996. New uses for alfalfa and other "old" forage legumes. p. 251-259. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA. www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-251.html
- ³ Rumbaugh, M.D. 1990. Special purpose forage legumes. p. 183-190. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR. www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/V1-183.html
- ⁴ Putnam, D.H., et.al. Nov., 1997. Alternative field crops manual. Lupine. Minnesota or Wisconsin Extension Services. www.hort.purdue.edu/newcrop.html
- ⁵ Putnam, D.H. 1993. An interdisciplinary approach to the development of lupin as an alternative crop. p. 266-277. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York. www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1993/V2-266.html
- ⁶ Perdomo, A. C. 1996. El papel de los chochos (*Lupinus* spp.) en el agrosistema ganadero de Los Rodeos(Tenerife, Islas canarias). II congreso de la sociedad española de agricultura ecológica. Pamplona- Iruña. Septiembre1996.
- ⁷ Jones, T.C. Et al.1997. Veterinary Pathology. Ed.Williams and Wilkins. USA.
- ⁸ Ng, T.J. 1993. New opportunities in the Cucurbitaceae. p. 538-546. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York. www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1993/V2-538.html
- ⁹ Saade, R. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. IPGRI. Instituto de biología de UNAM, México.
- ¹⁰ Wiryawan, K.G. and Dingle, J.G. 1996. Nutritive Value of Grain Legumes for Monogastric Animals. *First Australian New Crops Conference – Volume 2*. Department of Animal Production, The University of Queensland Gatton College Qld 4343.
- ¹¹ Hawthorne, W.A. 1996. Alternative Winter Pulses in South Australia. *First Australian New Crops Conference– Volume 2*. Primary Industries SA, Struan, Naracoorte SA 5271
- ¹² Sperling, C.R. and S.R. King. 1990. Andean tuber crops: Worldwide potential. p. 428-435. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR. www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/V1-428.html
- ¹³ Martin, R.J., Halloy, S. y Deo, B. 1996. Preliminary Assessment of South American Tuber Crops. *First Australian New Crops Conference– Volume 2*. New Zealand Institute for Crop & Food Research, P.B. 4704, Christchurch, New Zealand. 50034, Mosgiel, New Zealand.

-
- ¹⁴ Terrazas, F. y Valdivia, G. 1994. La Dinámica Espacial De La Conservación *In Situ*: Manejo De La Diversidad Genética De Tubérculos Andinos En Sistemas En Mosaico - Candelaria, Cochabamba – Bolivia.
- ¹⁵ CIP Annual report 2000. Stories from the field.
- ¹⁶ Hernando Bermejo, J.E. y León, J. (eds.). 1994. Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective. Plant Production and Protection Series No. 26. FAO, Rome, Italy. p. 165–179. Andean roots. The author of this chapter is J. Rea (La Paz, Bolivia).
- ¹⁷ Duke, James A. 1983. *Beta vulgaris* L. Chenopodiaceae. Handbook of Energy Crops. (unpublished). www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Beta_vulgaris.html
- ¹⁸ EL CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA. www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolacha_azucarera.htm
- ¹⁹ Oelke, E.A. et.al. 1990. Rye. Alternative field crops manual. Department of Agronomy and Plant Genetics, University of Minnesota, St. Paul. MN 55 108. www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/index.html
- ²⁰ Duke, James A. 1983. *Secale cereale* L. Poaceae. Rye. Handbook of Energy Crops. (unpublished). www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Secale_cereale.html
- ²¹ Forages and Pasture Management. www.porknet.outreach.uiuc.edu/index.cfm
- ²² Rubatzky, V.E. y Yamaguchi, M. 1996. World Vegetables. 2nd ed. Chapman and Hall
Gomez-Campo, C. 1999. Biology of Brassica coenospecies. Elsevier. BRASSICACEAE (Mustard family). <http://vric.ucdavis.edu/>
- ²³ Oplinger, E.S. et, al. 1989. Canola (Rapeseed). Departments of Agronomy and Soil Science, College of Agricultural and Life Sciences and Cooperative Extension Service, University of Wisconsin-Madison, WI 53706. www.hort.purdue.edu/newcrop.html
- ²⁴ Sovero, M. 1993. Rapeseed, a new oilseed crop for the United States. p. 302-307. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York. www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1993/v2-302.html
- ²⁵ OIL CROPS. Chapter 16. www.echonet.org/tropicalag/aztext/azcntnts.htm
- ²⁶ Canola: Fiction and Fact. www.spectrumnaturals.com
- ²⁷ Last update February 18, 1999, Corn Gramineae *Zea mays* L. Source: Magness et al. 1971. www.hort.purdue.edu/newcrop/CropInfoSources/Magness_Info.html
- ²⁸ Kellems, R. And Church, D.C. 1997. Feeds & Feeding livestock. USA.
- ²⁹ Rosa W, J. G. 1974. Lupinus luteus variedad aurea como sustituto parcial de la harina de pescado para cerdos en crianza-engorda. Agricultura técnica. 34(3):158-160.

-
- ³⁰ Romero, O. y Esnaola, M. 1978. *Lupinus albus* variedad Astracomo fuente proteica en raciones para cerdos de recría. *Ciencia e investigación agraria*. 5(4):243-244.
- ³¹ Barrera M, N. Especies con potencial de uso inmediato en la zona andina de Colombia. Universidad nacional de Colombia , Palmira.
- ³² Camacho, R. 1995. Análisis del desarrollo y crecimiento de 2 genotipos de calabacín(*Cucurbita pepo* L.). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- ³³ Moreno, E. y Martinez, J. 1997. Caracterización morfofisiológica , y evaluación del potencial de rendimiento de 10 genotipos de la colección regional de cubios. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- ³⁴ Bernal, J. 1991. Pastos y forrajes tropicales. Banco ganadero. Bogota, Colombia.
- ³⁵ D. J. Undersander, Et al. Jan., 1992. Rutabaga. Alternative field crops manual. Departments of Agronomy and Soil Science, College of Agricultural and Life Sciences and Cooperative Extension Service, University of Wisconsin-Madison, W1 53706, and Department of Agronomy and Plant Genetics, University of Minnesota, St. Paul. MN 55109.
- ³⁶ Duke, James A. 1983. Handbook of Energy Crops. *Zea mays* L.(unpublished). www.hort.purdue.edu/newcrop.html.(Last update Wednesday, January 7, 1998.)
- ³⁷ Memorias 1993-1994. 1995. Programa colaborativo biodiversidad de raíces y tubérculos andinos. CIP-COTESU. La Molina. Perú.
- ³⁸ Ruskin, F. R. 1989. Lost Crops Of The Incas. National academy press. Washington D.C. USA.
- ³⁹ Cassarett, J. 2000. Toxicology. Ed. Pittsburgh, USA.
- ⁴⁰ Collins, W.W. 1993. Root vegetables: New uses for old crops. p. 533-537. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York.

