



CENTRO UNIVERSITARIO GUANTÁNAMO
FACULTAD AGROFORESTAL DE MONTAÑA

TRABAJO DE DIPLOMA

(en opción al título de ingeniero agrónomo)

Tema Evaluación tecnológico explotativa de dos métodos de preparación de suelo en dos tecnologías en el cultivo del *Ipomoea batata. L* (Boniato), en el Huerto intensivo de la Granja Agropecuaria Costa Rica.

Autor: Jorge Jhonson Briso.

Tutor: Ing. Tomás Fuentes Calderín.

“Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

PENSAMIENTO:

“Un país no puede llegar al Comunismo sin antes haber realizado una revolución científico-técnica”.

Fidel Castro Ruz.



DEDICATORIA:

Este trabajo se lo dedico con todo cariño a mi madre Nora Briso Pérez, que con fe y dedicación me supo guiar por el mejor camino para lograr buenos éxitos.

Al Comandante en Jefe Fidel Castro, Raúl y a la Revolución Cubana por darme la oportunidad de ser un profesional de estos tiempos.

A todos mis profesores que a lo largo de todos estos años han dado lo mejor de si para lograr este sueño.

AGRADECIMIENTOS:

Le agradezco este trabajo especialmente a mi tutor Ing. Tomás Fuentes Calderín a mi madre Nora, a mi esposa Mariela, a mis compañeros de estudio y otros que se ganaron el cariño y el respeto de ser citados en este trabajo como a mi hermano Juan Tejeda.

INDICE:

Capitulo	Pag
I - Introducción -----	9
II- Desarrollo -----	13
2.1. Fundamentación teórica y estado actual del tema.-----	13
2.1.1-Objetivo de la mecanización.-----	13
2.1.2-Explotación de la maquinaria.-----	13
2.1.3. Productividad.-----	14
2.1.4-Indicadores técnico explotativos-----	16
2.1.5-Gastos directos de explotación.-----	16
2.1.6. Gasto de combustible.-----	15
2.1.7. Aspectos generales sobre el cultivo del Ipomea batata. (<i>Ipomea batatas</i> . L.) ---	17
2.1.8 El suelo.-----	21
2.1.9. Preparación del suelo.-----	23
2.1.10. Objeto técnico.-----	27
III- Materiales y Métodos. -----	28
3.1 Metodología empleada -----	28
3.2 Sistemas de preparación de suelo -----	28
3.3 Características del sistema tradicional.-----	28
3.4 Características del sistema de laboreo mínimo-----	29
3.5. Caracterización del Huerto Intensivo. -----	31
3.6. Análisis estadístico de los resultados.-----	31
3.7 Valoración Económica-----	31
IV- Resultados y Discusión. - -----	32
4.1. Análisis de los resultados en el cultivo del <i>Ipomea batata</i> , L. (Boniato).-----	32
4.2 Indicadores tecnológico explotativos por conjuntos para el cultivo del boniato-----	36
4.3. Análisis estadístico para las productividades de los conjuntos de preparación de suelos para el cultivo del boniato.-----	37
4.3.1. Metodología para la determinación del consumo de combustible durante la evaluación de tractores.-----	38
4.3.1.1 Factores que influyen -----	38
4.3.1.2. Caracterización del conjunto tractor máquina.-----	38
4.3.2. Caracterización y preparación del campo -----	38
4.3.2.1 Para labores de preparación de suelo. -----	39

4.3.2.2. Para labores de cosecha.-----	39
4.3.3. Determinación del consumo de combustible. -----	39
4.3.4. Determinación del ancho de trabajo real.-----	40
4.3.5. Profundidad de trabajo real .-----	41
4.3.6. Cálculo de velocidad real.-----	41
4.3.7. Determinación del patinaje. -----	42
4.3.8 Rango óptimo de patinaje -----	42
4.3.9. Método de movimiento empleado y tipo de viraje.-----	42
4.3.10. Control de la calidad.-----	43
V. Valoración Económica de los Resultados -----	43
VI - Conclusiones	
VII – Recomendaciones	
VIII. Bibliografía	

RESUMEN:

La investigación del presente trabajo se realizó en áreas del Huerto Intensivo de la granja agropecuaria Costa Rica del consejo popular del mismo nombre que pertenece a la empresa agroindustrial de Honduras, municipio el salvador provincia Guantánamo. La investigación se llevo a cabo en el periodo febrero del 2009 a mayo 2009, el método utilizado fue el analítico investigativo y la técnica aplicada el fotocronometraje. El cultivo objeto de estudio fue el (*Ipomoea batata*) variedad censa 78-354. En la investigación se evaluaron dos tecnologías de preparación de suelo, con diferentes agregados y numero de labores, el comportamiento de las productividades para cada tecnologías, el consumo de combustible y el tiempo de trabajo y con esto evaluar la tecnología idónea que nos permita obtener bajos consumos de combustible y de tiempo que nos permita aumentar la producción hasta el 100 % de su potencial. Los mejores resultados se obtuvieron en T-2 en la cual el consumo de combustible fue mas bajo 29, 33 L/ha, la productividad fue al mayor con una productividad por tiempo explotativo de (0,75 L/ha), un rendimiento de la cosecha de 25,76 T/ha y presento un costo de producción de (45,55 \$/ha) superando así a T-1. Por lo que recomendamos que se sigan realizando investigaciones sobre la aplicación de la tecnología T-2 para el cultivo del (*Ipomoea batata*, L.)

Summary

The investigation of present work I sell off in areas of the agricultural farm's Kitchen Garden Intensive Costa Rica of popular piece of advice of same name that belongs to Honduras Agroindustrial Company, municipality the Salvador province Guantánamo. I accomplish to May 2009, the method utilized investigation in the period February of 2009 he was the analytical investigating and the technique applied the fotocronometraje I object cultivation of study he went the (*Ipomoea sweet potato*) variety takes a census of 78-354. In the investigation they evaluated two technologies of preparation of ground, with different aggregates and number of chores, the behavior of productivities stops each technologies, the consumption of fuel and the time of work and with this evaluating suitable technology that he permit obtaining us hushed consumptions of fuel and time that he permit increasing us the production to the 100 % of his potential. Better aftermath 29, 33 L/ha obtained in T 2 that the consumption of fuel was in bottom themselves, productivity was to the principal with a productivity for time explotativo of (0.75 L/ha), a performance of 25.76 T/ha's harvest and I present a cost of production of (45.55 \$/ha) surpassing 1 to T thus. We recommended that that they follow themselves accomplishing investigations on the application of technology T 2 for the cultivation of the (*Ipomoea sweet potato, L.*)

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de la estrategia del desarrollo agropecuario planteada por nuestro país el objetivo es ampliar la disponibilidad de divisas a través del incremento de fondos exportables y la sustitución de importaciones de alimentos y otros productos agrícolas.

La agricultura, ocupa uno de los renglones fundamentales que constituye una fuente de valiosos alimentos ricos en nutrientes y vitaminas de alto valor biológico, lo que unido a nuestras condiciones climáticas y ecológicas, permiten un desarrollo ininterrumpido de esa actividad durante todo el año, dándole un lugar relevante en nuestro desarrollo económico. (Izquierdo y Rodríguez, 2005).

El laboreo de los suelos para las nuevas siembras es una tradición que data desde los antiguos egipcios, los cuales aseguraban que las plantas tomaban las finas partículas y las incorporaban a su estructura, por lo tanto, era necesario mullir el terreno hasta llevarlo a polvo. Con el tiempo esa tradición se fue modificando en las principales zonas de desarrollo agrícola. (Santana y Fuentes, 1998)

El uso de la labranza tradicional en la agricultura ha generado una situación poco favorable desde el punto de vista de la conservación de los recursos productivos, implicando un especial deterioro del recurso suelo. (Venegas, 1990)

La preparación de suelo ha venido a ser uno de los componentes más importantes en la restauración de las propiedades físicas alteradas, pero su inadecuado manejo puede influir negativamente, en la conservación de este medio natural.

La labranza conservacionista surge como respuesta a la necesidad de preservar el recurso suelo y es parte importante de los sistemas de agricultura sustentable. Esta involucra un sistema de labranza en que la preparación de la cama de semillas es mínima y el control de malezas se realiza con herbicidas. (Venegas, 1990).

En todo el mundo desde el trópico húmedo casi hasta el Ártico cada vez, más agricultores están adoptando la agricultura de conservación. Estudios recientes estiman que este tipo de agricultura se está llevando a cabo en alrededor de 58 millones de hectáreas agrícolas, sobre todo en las regiones americanas del Norte y el Sur, aunque también se practica en el Sur de África y en Asia Meridional.

El Ipomea batata (*Ipomoea batata. L.*) es originario de América y constituye el séptimo cultivo alimentario en orden de importancia a nivel mundial después del trigo, el arroz, el maíz, la papa, la cebada y la yuca. En Cuba se cultiva desde la época precolombina, constituyendo en la actualidad una de las viandas más importantes en la alimentación de la población. Su producción anual es de 160000 toneladas aproximadamente.

Por ser un producto prolifero en la agricultura cubana y por sus notables posibilidades nutricionales y culinarias debemos estimular su consumo. No importa que el Ipomea batata no tenga el prestigio de otros alimentos, su aparente sencillez lleva implícita una propuesta valiosísima para las personas interesadas en comer con calidad y eficiencia. Experto lo recomiendan para la prevención del cáncer del pulmón. Su induces de grasa es muy bajo y su nivel de caloría también, comparándolo con otros alimentos (Oviedo 2005).

El objetivo central de la producción es tener en explotación 3 m² “per cápita” en cada núcleo poblacional con rendimientos de 20 Kg./m²/año, lo que aporta 60 Kg. de vegetales frescos para cada persona al año. Esto representa el 54% de la norma que según la FAO debe figurar en la dieta humana, 300 g de hortalizas al día. Esto demuestra el peso importante que representan estos tipos de producciones urbanas en el logro de los objetivos anteriores (FAO, 1996).

La actual situación económica nacional ha implicado la necesidad de desarrollar y consolidar la Agricultura Urbana, manifestándose a través de diferentes formas organizativas como son los Huertos Intensivos, Huertas Familiares, Organopónicos y Casas de Cultivo (MINAGRI, 1996).

Existen aproximadamente 6 600 millones de habitantes en el mundo, de los cuales más de 800 millones están desnutridos (FAO, 2000).

Se ha estimado que los problemas de mal nutrición y enfermedades relacionadas, conllevan a la muerte de aproximadamente 40 000 niños por día a escala mundial, y la mal nutrición crónica es particularmente devastador en este ciclo de vida (Serna-Saldívar, 1996).

El incremento de las poblaciones urbanas, además de originar una serie de consecuencias de tipo ambiental ya conocidas, implica la necesidad de una producción

comercial sostenida de alimentos en el área periférica, que satisfaga las necesidades alimentarias, desarrollándose así una agricultura urbana y peri urbana que cobra cada día mayor peso e importancia en la estructura económica de cada país (González *et al.*, 1999).

Durante el trabajo investigativo realizado se pudo detectar que el rendimiento de este cultivo es inferior al récord histórico de años anteriores, por lo que el énfasis que se hace en dicha investigación no es solo para mejorar la preparación de tierra sino, convertirla en un factor que incremente sustancialmente los rendimientos agrícolas en la granja agropecuaria Costa Rica.

Hoy en nuestra granja no contamos con los implementos, ni la maquinaria necesaria para realizar esta actividad de preparación de tierra, que este cultivo y otros exigen. Los bajos rendimientos en la producción del cultivo de *Ipomea batata* nos dan evidencia del mal empleo de la maquinaria. Proceso este que nos demuestra el desequilibrio que existe entre los esfuerzos realizados y la producción alcanzada.

Las investigaciones realizadas hasta el momento están vinculadas a la obtención de informaciones necesarias para la realización de un estudio diagnóstico de rigor científico, el cual nos conduce a la elaboración del siguiente:

PROBLEMA: Las actuales tecnologías de labranza en cultivos del (*Ipomoea batatas*) producen sobre laboreo, incidiendo en los índices tecnológico explotativos con los cuales se eleva el consumo de combustible y los costos en la Granja Agropecuaria Costa Rica.

OBJETO DE INVESTIGACIÓN: La preparación de suelo en el Huerto Intensivo de la Granja Agropecuaria Costa Rica.

OBJETIVO GENERAL: Evaluar los índices tecnológico explotativos en dos tecnologías de preparación de suelo en un pardo con carbonato para el cultivo del (*Ipomoea batatas* L.) en el huerto Intensivo de la Granja Agropecuaria Costa Rica.

CAMPO DE ACCIÓN: Los suelos del Huerto Intensivo de la Granja Agropecuaria Costa Rica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Evaluar los índices tecnológico explotativos en dos tecnologías de preparación de un suelo pardo con carbonato para el cultivo de la *Ipomoea Batata* L. que permita

determinar la tecnología más racional desde el punto de vista técnico productivo y económico.

2. Determinar índices reales de consumo de combustible en conjuntos de preparación de suelo utilizando el dispositivo construido en la Granja Agropecuaria Costa Rica, como contribución a la revolución energética.
3. Elaborar una metodología para la determinación de índices reales de consumo de combustible en labores de preparación de suelo utilizando el dispositivo construido en la Granja Agropecuaria Costa Rica

HIPÓTESIS: Si se evalúan dos tecnologías de preparación de suelo para el cultivo del (*Ipomoea batatas*) se podrán aportar respuestas científicamente argumentadas del comportamiento de los índices tecnológicos explotativos, de los costos y del consumo de combustible que contribuyan a la utilización racional de los conjuntos y recursos en la Granja Agropecuaria Costa Rica.

II. DESARROLLO.

2.1. Fundamentación teórica y estado actual del tema.

2.1.1-Objetivo de la mecanización.

Los objetivos de la mecanización agrícola son, entre otros: aumentar la productividad del trabajo, al realizar una máquina el trabajo de varios hombres; humanizar el trabajo; liberar una gran fuerza de trabajo, que puede ser empleada en otras labores; y poner en explotación grandes extensiones de tierra debidamente acondicionadas (Garrido, 1985).

2.1.2-Explotación de la maquinaria.

La explotación es la ciencia que se ocupa del uso racional de los recursos materiales que son utilizados para la mecanización de la producción agropecuaria. Es la ciencia que estudia y fundamenta los métodos y formas de utilización racional de los agregados y el parque de maquinaria en general. Consiste en la aplicación de una serie de medidas técnicas, tecnológicas, económicas y organizativas que permiten que los tractores y máquinas realicen los trabajos para lo cual han sido destinados, con la mayor eficiencia posible, garantizando la ejecución de los trabajos en los plazos agrotécnicos establecidos, con la calidad requerida y los menores gastos explotativos posibles (Garrido, 1985).

Según Carrión (2003). La explotación de la maquinaria tiene como objetivo la utilización eficiente del PMT entendiéndose como tal el cumplimiento de las labores con la calidad requerida y en el plazo establecido, obteniéndose el máximo de productividad con el mínimo de recursos materiales y humanos, manteniendo el buen estado técnico de la maquinaria y sin producir afectaciones en el medio ambiente.

Un aspecto importante es el uso de los diferentes medios de mecanización de acuerdo con sus capacidades y aptitudes en las diferentes tareas que son efectuadas en la producción agrícola. También en el campo de la explotación como ciencia están incluidas las tareas relacionadas con la organización del PMT, así como su conservación y perfeccionamiento, es decir las tareas relacionadas con la planificación del trabajo de las máquinas para cumplir las tareas de la producción, la planificación de los materiales de explotación para efectuar los trabajos y la planificación de los medios y materiales para realizar los mantenimientos, las reparaciones y la conservación de las máquinas y tractores (Garrido, 1985).

2.1.3. Productividad.

La productividad de los agregados agrícolas es la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo con determinada calidad, cumpliendo con los requisitos establecidos. La cantidad de trabajo puede ser medida en: (Cab., ha, m²) y, para el caso de los procesos de transporte, en: (t, m³, t.km) y a las unidades de tiempo (día, h, min., s) González (1993).

Las unidades de tiempo a las que pueda estar referida la productividad son productividad horaria, por turno, por día, por mes etc. en dependencia del objetivo del análisis y del nivel jerárquico correspondiente (Carrión, 2005).

La productividad horaria de los agregados agrícolas está determinada por las condiciones naturales en que se trabajen, el aprovechamiento de estas, de factores organizativos, económico–sociales y del nivel de desarrollo de los medios de producción entre otros.

El rendimiento de los agregados constituye uno de los índices más importantes para caracterizar el perfeccionamiento tecnológico y nivel de utilización de la maquinaria. Un alto rendimiento de los agregados trae aparejado una elevación en la productividad del trabajo con el consiguiente aumento de productos para satisfacer las necesidades crecientes de la sociedad. González (1993) coincide con lo expresado por Jróbstov (1977).

La técnica que se utilizó fue la del foto cronometraje de la jornada laboral. La misma consiste en una descripción detallada y cronometrada de todas las incidencias que se producen durante la jornada laboral. La diferencia entre el foto cronometraje y la fotografía detallada consiste en que en el foto cronometraje, el tiempo se mide en horas, minutos y segundos, reflejándose su duración total en segundos, para posteriormente formar las crono series. Si no se cuenta con relojes corrientes se pueden utilizar dos cronómetros. En el caso de la fotografía el tiempo se mide en horas y minutos, expresándose su duración en minutos solamente, lo que dificulta el trabajo de procesamiento con valores de tiempo muy pequeños. Por ejemplo, en los virajes, que pueden durar de 10 a 20 s .

Para obtener la máxima productividad es necesario aplicar las medidas siguientes De la Guardia (1977).

- Mantener el nivel óptimo de carga del motor, con una correcta selección de la velocidad de trabajo, cumpliendo las operaciones del mantenimiento técnico,

- Aplicar los métodos de diagnóstico para establecer el estado técnico de las máquinas sin desarmar, reparar a tiempo los desperfectos que surjan en la máquina; cumplir las reparaciones con calidad, logrando los indicadores de potencia de los motores, etc.
- Reducir la resistencia específica de las máquinas agrícolas realizando adecuadamente las regulaciones, mantenimiento, correcto afilado, etc.
- Seleccionar la velocidad óptima de trabajo, utilizar instrumentos de control, utilización adecuada del ancho de trabajo.
- Elevar el grado de aprovechamiento del turno.
- Eliminar las pérdidas del tiempo no productivas.
- Perfeccionar el servicio a los agregados: el abastecimiento de combustible, lubricantes, semillas, etc.

2.1.4-Indicadores técnico explotativos.

Tiempo de la jornada.

El aprovechamiento del tiempo de turno en el trabajo útil se caracteriza por el coeficiente de utilización del tiempo de turno τ . El rendimiento del conjunto depende del tiempo T_1 del trabajo limpio del conjunto durante el turno T_{tur} y del coeficiente τ y se calcula de la siguiente forma.

Al laborar en velocidades altas el coeficiente τ disminuye un poco puesto que la cantidad del ciclo de trabajo y, por consiguiente, de viraje por turnos aumenta proporcionalmente al incremento de la velocidad, mientras que el tiempo gastado para cada viraje queda prácticamente igual.

González (1993). Plantea a cerca del tema que en dependencia de las condiciones y la complejidad del proceso el valor τ oscila entre 0.7 a 0.95.

Ancho de trabajo.

La productividad por tiempo limpio depende generalmente del ancho de trabajo de la máquina y se puede evaluar según el coeficiente de utilización del ancho de trabajo β , este debe estar entre 0.9 y 0.99 González (1993).

Velocidad de trabajo.

La velocidad del conjunto es algo primordial para la evaluación tecnológico explotativa de un agregado.

Coeficiente de utilización de la velocidad

Estos coeficientes se encuentran entre 0 y 1, mientras más se aproximen a la unidad es mejor Jróbstov S. N. (1977).

2.1.5-Gastos directos de explotación.

Desde el punto de vista puramente económico, la argumentación de la selección de los agregados debe estar basada en los gastos directos de explotación.

Según Garrido (1985), los gastos directos de explotación son aquellos vinculados directamente a la producción del objeto dado (cultivo), expresado en dinero condicionado por el proceso de trabajo.

En Las expresiones representadas se ve que los gastos directos de explotación por unidad de trabajo son directamente proporcionales al costo de una hora de trabajo del agregado y a la resistencia específica de las máquinas agrícolas, e inversamente proporcionales a la potencia del motor y la utilización del tiempo.

Las condiciones naturales del lugar donde se realiza el trabajo de los agregados influyen en los gastos directos de explotación a través de la resistencia específica de los implementos (influye el tipo y condición del suelo), del coeficiente de eficiencia del tractor (el tipo de suelo en el cambio de la resistencia al rodaje y en el patinaje) y el coeficiente de utilización del tiempo de la jornada (la influencia del largo de las amelgas y la pedregosidad).

Al evaluar los agregados por la magnitud de los gastos directos, es necesario recordar la existencia de otras cualidades de explotación. Como por ejemplo, dos agregados que presentan un costo de trabajo casi igual, pero la comodidad de utilización son diferentes. Aquí se selecciona el agregado más cómodo en la utilización y que pueda satisfacer las exigencias del sistema general de máquinas de la empresa (Garrido, 1979).

2.1.6. Gasto de combustible.

El rendimiento económico de la máquina que funciona movida por motor de combustión interna (MCI), se determina en grado considerable, por la cantidad de combustible gastado por unidad de trabajo realizado, cuanto menor sea el gasto, tanto mayor será la eficiencia económica del trabajo de las máquinas (Gutiérrez,1990).

Varias investigaciones han establecido el costo energético por concepto de combustible y máquinas esto representa un alto porcentaje del costo energético total de producción en la agricultura empresarial; es así como Fluck y Baird (1980) calcularon que el 77 % del costo energético, corresponde a combustible.

2.1.7. Aspectos generales sobre el cultivo del Ipomea batata. (*Ipomoea batatas*. L.)

El Ipomea batata empleado comercialmente (*Ipomoea batatas*, L Lam) según Mateo *et al* (1985) es una convolvulácea, originaria de América.

Por su parte Huaman (1992), señala que el Ipomea batata es una planta que probablemente se originó en el noreste de Sudamérica, cuyos nombres más comunes para Latinoamérica son: Camote, Ipomea batata, batata dulce, apichii y kumara.

El Ipomea batata se cultiva absolutamente en todos los lugares habitados de la isla y es la base de alimentación de nuestros campesinos. Esta planta existía en Cuba cuando el descubrimiento y los indios la cultivaban casi del mismo modo que se hace hoy. (Roig, 1975, citado por Fernández-Leyva, 2003)

El Ipomea batata se cultiva en más de 100 países, ocupando el quinto lugar de producción entre los que se agrupan en el tercer mundo (Espinola 1995) y es uno de los 5 cultivos alimenticios más importante en Cuba (Maza, *et al.*, 2000).

En Cuba el 80.3 % del área agrícola está ocupado por cultivos permanentes y pastos naturales y sólo el 12 % se dedica a cultivos de ciclo corto para el consumo tales como arroz, tubérculos, raíces, granos y vegetales (IPO, 1996)

En los últimos años el área dedicada a dicho cultivo ha ido aumentando, sobre todo dado la flexibilidad en cuanto a la época de plantación que permite utilizarlo eficazmente como cultivo de rotación en invierno con la papa, hortalizas, tabaco, etc., además para que el producto salga al mercado en momentos en que no se ofertan otras viandas, de manera que se ha logrado incorporar precocidad a los nuevos cultivos con altos rendimientos de tubérculos y de buena calidad culinaria (Morales, 1995)

Según Batista y Ramos (1983), el cultivo del (*Ipomea batata*.L.) constituye en Cuba una importante fuente de caloría para la alimentación humana y animal. Por su parte Castellón (1993) refiere, que cobra aún más importancia su cultivo sobre todo en las condiciones

actuales de período especial, dado su valor nutritivo y fundamentalmente el contenido de azúcares.

Rodríguez (1996) señala, que para nuestro sistema agrícola cultivar *Ipomea batata* resulta de gran importancia debido a que es una de los tubérculos que en menos tiempos nos aporta alimentos, tanto para el consumo humano como animal. Se adapta a nuestras condiciones climáticas. Es uno de los cultivos tradicionales, por tanto existe toda una cultura agrícola para la producción del mismo. Constituye uno de los cultivos básicos para la rotación con papa, beneficiando los suelos por el aporte de materia orgánica y porque además aprovecha el fertilizante residual de este cultivo que tiene un potencial considerable no materializado en forma de productos procesados para la alimentación humana y animal.

Las características botánicas de la (*Ipomoea batatas*, L Lam) se expone a continuación según reporte de INFOAGRO, (2002)

Planta: Planta de consistencia herbácea, porte rastrero y vivaz o perenne, aunque se cultiva como anual.

Tallo: También llamado rama, de longitud variable (de 10 cm. a 6 m.), es cilíndrico (calibre de 4 mm a más de 6 mm) y rastrero. Puede ser Glabro (sin pelo) o Pubescente (Velloso). El color varía entre verde, morado o combinación entre ambos.

Sistema Radicular: Es la parte más importante de la planta, ya que constituye el objeto principal del cultivo. Las raíces son abundantes y ramificadas, produciendo unos falsos tubérculos de formas y colores variados (según variedad), de carne excelente, hermosa, azucarada, perfumada y rica en almidón, con su elevado contenido de caroteno y Vitamina C y una proporción apreciable de proteínas.

Hojas: Son muy numerosas simples, alternas, insertadas aisladamente en el tallo, sin vaina, con pecíolo largo, de hasta 20 cm., y coloración y velloso semejante al tallo. Limbo ligeramente desarrollado con nervios de color verde o morado. La forma del limbo es generalmente acorazonada (aunque hay variedades con hojas alternas, hendidas y muy lobuladas).

Fruto: Es una pequeña cápsula redondeada de tamaño inferior a un centímetro, en cuyo interior se aloja de 1 a 4 pequeñas semillas redondeadas de color pardo o negro, las semillas pesan de 20 a 25 g.

El Ipomea batata se puede cultivar bajo una amplia gama de condiciones climática (López, 1980; Sánchez, 1981)

Fernández-Leyva, (2003) plantea que el Ipomea batata (*Ipomoea batata* L. Lam) es una planta tropical que no soporta la baja temperatura. Las condiciones idóneas para su cultivo son: Una temperatura media para el período de crecimiento superior a 21 °C, un ambiente húmedo (80-85% HR) y buena luminosidad. La temperatura mínima de crecimiento es de 15 °C. Tolera los fuertes vientos debido a su porte rastrero y a la flexibilidad de sus tallos.

La batata se adapta a los suelos con distintas características físicas, desarrollándose mejor en los arenosos, pero pudiéndose cultivar en los arcillosos con tal de que estén bien granulados y la plantación se haga en camellones. Los suelos de textura gruesa, sueltos, desmenuzables, granulados y con buen drenaje, son los mejores. La textura ideal es franco-arenoso junto a una estructura granular del suelo. Tolera los suelos moderadamente ácidos, con PH comprendido entre 4,5 y 7,5 siendo óptimo el PH igual a 6. (INFOAGRO, 2002)

Es un cultivo menos exigente que otras especies tropicales en cuanto a los requisitos que debe reunir el suelo en el cual se va a plantar, pudiendo desarrollarse en cualquier suelo agrícola, aunque no en todos muestra sus mayores rendimientos (López, 1968; Caballero, 1973; Contreras, 1977; Batista y Santiago, 1981)

En Cuba como mejores suelos para el cultivo del Ipomea batata pueden citarse los ferralíticos, pardos con y sin carbonato y los aluviales (Morales 1980).

Normalmente se realiza un abonado antes de la plantación o se complementa con el procedente del intercalado y abono que recibe del cultivo precedente. El Ipomea batata (*Ipomoea batata* L. lam) es exigente en potasio, poco en nitrógeno y materias orgánicas nitrogenadas y discreta en cuanto al fósforo (Fernández-Leyva *et al.*, 1998).

La reproducción por medio de semillas apenas se practica ya que el Ipomea batata (*Ipomoea batata* L. lam), por medio de esta propagación fructifica más, sus flores y los granos se tardan en desarrollar, además este sistema no garantiza plantas de calidad y solo se emplea en mejoras Genéticas para la obtención de nuevas variedades, Otra de las vías de propagación de la *Ipomoea batata* es la multiplicación por tubérculos o raíces que da muy buena producción, pero que solo se realiza cuando no se dispone de ramas o esquejes suficientes. (Fernández-Leyva, 2001)

La batata precisa de suelos húmedos, sobre todo cuando se realiza la plantación de los esquejes o puntas, para favorecer el enraizamiento en las primeras fases del cultivo, y en general a lo largo de todo el ciclo. Una humedad excesiva puede provocar pérdidas de producción cuantitativa y cualitativa. El *Ipomea batata* es una planta moderadamente tolerante a la sequía, a pesar de lo cual responde productivamente al riego. (Maza *et al.*, 2000)

Entre las plagas que atacan la *Ipomoea batatas* se encuentran: Gusano de alambre o doradilla (*Agriotes lineatus*); Rosquillas negras: (*Spodoptera litorales*), y entre las enfermedades causadas por virus están: Mosaico de la batata; Virosis del acortamiento interno de la batata; Moteado complejo de la batata; Sweet Potato Vein Mosaic Virus (PVMV); *Fusarium oxysporum*; (INFOAGRO, 2002)

Entre los clones de *Ipomea batata* que se cultivan en el archipiélago cubano según Folleto del MINAGRI (2002) se encuentran: Los CEMSA 78-353; 78-326; 74-228, Los INIVIT B-88; 90-510; B-98-2; B-98-3, así como también, el Yabu-8; Cautillo; Avileño 1 y Avileño 2.

Los clones de *Ipomea batata* que se cultivan en la provincia Guantánamo son: CEMSA 78-354, CEMSA 74- 228; Cautillo, INIVIT B –88 ; INIVIT B 98-2 (Fernández-Leyva, 2002).

El clon comercial “INIVIT B-88” según Milián *et al* (1995) y Sánchez *et al* (1995) presentan tallos verdes y con manchas moradas a lo largo del mismo, entrenudos cortos y morados, las hojas maduras tienen formas cordadas con todas sus nervaduras mayor o totalmente morada, por el envés y las más jóvenes tienen el borde morado. El pecíolo es verde con pigmentación morada en ambos extremos. Los tubérculos son generalmente redondos de piel roja y carne blanca. Presenta un promedio de 3 tubérculos comerciales por plantas, con un rendimiento potencial en 100 días de 28 t/ha.

2.1.8 El suelo.

El suelo es la capa de materia orgánica y minerales desmenuzados mezclados, que cubren la corteza terrestre, en el cual las plantas encuentran en el medio apropiado para el desarrollo de sus raíces en la obtención de los elementos nutritivos que necesitan para su vida. Este no posee características homogéneas que le permitan ser idóneas para todos los cultivos (González, B., 1996).

En un país eminentemente agrícola como el nuestro, la clasificación de los suelos tiene gran importancia, ya que es determinante para el uso y el buen aprovechamiento de este, así como en la selección de los métodos más adecuados de mejoramiento y defensa (Cairo, P., 1980).

Según la segunda clasificación genética se dividen en:

- Ferríticos.
- Ferralíticos.
- Pardos.
- Hidromórficos.
- Halomórficos.
- Aluviales.
- Húmicos.
- Calcimórficos.
- Vertisuelos.
- Poco desarrollados.

Los mejores suelos para el boniato (*Ipomoea batata* L.) son los porosos, friables y con muy buen drenaje, con una profundidad entre 25 y 30 cm y con el pH entre 5 y 7. .

En Cuba los mayores rendimientos se obtienen en los suelos ferralíticos rojos aunque en los suelos pardos carbonatados los rendimientos son buenos.

El suelo donde se realizó el trabajo es un pardo con carbonato típico, están caracterizados por una evolución sialítica, su edad es relativamente joven, su formación ha estado basada en el proceso de sialitización, fundamentado por la transformación ulterior de las rocas iniciales que se expresan en que la masa de su suelo acumula bases alcalinas y alcalino – terreas y parcialmente la sílice y se

enriquece con los minerales arcillosos como ilita, motmorillonita, caolita y otros, lo que conlleva al aumento del arcillamiento.

Se encuentran sobre posiciones fisiológicas que van desde montañas bajas a llanuras fluviales, con relieve de fuertemente a ligeramente ondulado. La erosión es fuerte en la mayoría de los suelos y son poco a medianamente humificados. Son suelos poco o medianamente profundos. Su drenaje general es bueno y las texturas más comunes son loam arcilloso arenosa a loam arcilloso. (León, 1999).

Compactación: Aumento de la densidad del suelo, ya sea en la superficie o más comúnmente en la profundidad, provocada por el deterioro gradual de los niveles de materias orgánicas y de actividad biológica en suelos cultivados y por las labores mecánicas del cultivo y tráfico de maquinarias. Alta macroporosidad, alrededor del 46%.

La textura del suelo: La textura es un término muy común cuando hablamos de suelos. Este término se le define como el tamaño relativo que tienen las partículas de arcilla, limo y arena. En los suelos encontramos concentraciones variables de acuerdo al tipo que se trate; en este sentido vamos a citar algunos tipos de suelo:

Franco: Es aquel que tiene en forma igualitaria arcilla, limo y arena.

Franco arcilloso: Es en el que predomina la arcilla con respecto al limo y la arena.

Franco limoso: Es en el que predomina el limo con respecto a la arcilla y la arena.

Franco arenoso: Es en el que predomina la arena con respecto a la arcilla y el limo.

Características de cada tipo de suelo: En la actividad de la horticultura siempre encontramos suelos más aptos que otros para el mejor desarrollo de los cultivos, por esta razón debemos seleccionar los cultivos en función del suelo.

Suelo franco: Por ser un suelo que mantiene el equilibrio en la proporción de las partículas lo recomendamos apto para la horticultura.

Suelo franco arcilloso: A este tipo de suelo se le caracteriza por tener mucha cantidad de humedad, esto se debe a la propiedad que tienen las partículas de arcilla; estos suelos se los denomina también suelos fríos por la particularidad de la arcilla de no calentarse rápidamente ante la presencia del sol, también se denominan suelos pesados debido a la particularidad física que tienen cuando se realiza una labranza, nos encontramos con terrenos duros, toscos y crean dificultad para que herramientas

como palas, azadas, cultivadores y otras penetren en la capa arable. A pesar de estas características podemos desarrollar una horticultura limitada.

Suelo franco limoso: Estos suelos se caracterizan por retener poca humedad y tienen un drenaje lento limitando el normal desarrollo de los cultivos hortícolas, pero son suelos aprovechables para la horticultura.

Suelo franco arenoso: Estos suelos se caracterizan por retener muy poca cantidad de agua, son suelos de drenaje rápido muy comunes en nuestra región, se los llama suelos calientes debido a la particularidad de calentarse rápidamente ante la acción de los rayos solares; también se los llama suelos livianos, cuando se realizan las tareas de preparación de los canteros las herramientas como palas y azadas y otras penetran en el terreno sin dificultad. Son suelos sueltos.

Suelos especiales en el aspecto físico: Los suelos con elevada cantidad de una determinada partícula con respecto a las restantes y en un porcentaje por arriba del 80 % dejan de llamarse franco y se los denomina de acuerdo a la partícula que predomina en ellos, así tenemos suelos arenosos, que se encuentran en las riberas de los ríos y tienen una escasísima retención de agua y percolación del agua de riego muy rápida, necesitan de agua permanente para el uso en la horticultura y son muy erosionables; suelos limosos, predominan las partículas de limo y restringen mucho los cultivos; suelos arcillosos, hay predominancia de arcilla, son suelos impermeables, el agua tiene dificultad para penetrar, son muy fríos y no son recomendables para la horticultura.

Suelos especiales en el aspecto de materia orgánica: Con referencia a la materia orgánica de los suelos, esto varía de acuerdo a la región geográfica; en nuestro país hay provincias donde tienen suelos con elevada cantidad de materia orgánica, estos suelos tienen 20 % de dicha materia orgánica y se los denominan suelos orgánicos, arcillosos, fértiles o infértiles, en función del tipo de materiales que lo forman. (<http://agrosur.ar>.)

2.1.9. Preparación del suelo.

Más importante que el estado de las plantas es conocer el tipo de suelo donde vamos a sembrar.

Cuellar otros (2003) agrupan las tecnologías actuales de preparación de suelo entres básicas:

- 1-Laboreo total con inversión del prisma (realizado con equipos tradicionales y sus diferentes combinaciones, arados y gradas de discos)
- 2- Laboreo total sin inversión del prisma (contempla la utilización de arados de cincel o subsoladores con saeta de corte horizontal, que fragmenta el suelo sin realizar movimiento en ningún sentido).
- 3- Laboreo localizado, mecánico o químico (limitado a la zona donde se desarróllale sistema radical, dejando el resto del área para procesarla durante el cultivo).

El suelo óptimo para un gran resultado es aquel que permite que las raíces de las plantas penetren con facilidad, de tal manera que queden bien aferradas a la tierra y no corran el peligro de separarse y salirse.

Además, es fundamental que el suelo sea capaz de drenar bien y de retener la humedad en la medida en que lo necesiten las plantas que se han elegido. Para esto el material orgánico que se encuentre debajo del suelo juega un papel básico, pues hace que hasta la tierra más arenosa retenga la cantidad debida de agua y elimine la sobrante.

Existen varios tipos de suelo, pero los más comunes son el arenoso y el pesado. El arenoso resulta siempre una mejor opción, pues tiene la ventaja de que drena mejor, mientras que el pesado tiene la posibilidad de compactarse, lo que impedirá un desarrollo sano de cualquier planta.

La preparación del suelo debe ser hecha de tal manera que asegure una rápida emergencia de los tallos, una penetración profunda de las raíces y un buen drenaje (icta.gob.gt).

No obstante su peligro de compactación, el suelo pesado es el más fértil. Pero eso sí, requiere más cuidados que cualquier otro debido a que puede llegar a ser impenetrable para las raíces, lo que causaría la muerte de la mayoría de nuestras plantas (solonosotras.com).

La estructura y composición del suelo, así como sus propiedades químicas y características físicas son conocimientos que cada productor agrícola debe manejar con suficiente propiedad, ya que el desarrollo de los cultivos y la calidad y cantidad de

las cosechas están en relación directa con las condiciones que los tipos de suelos ofrecen (Colectivo de autores, 1999).

Para obtener un lecho adecuado de siembra óptima, la labor debe realizarse cuando el suelo tenga una humedad adecuada (tempero). Si el suelo presenta bajo contenido de humedad en las primeras labores se obtiene una estructura cavernosa, conformación de grandes agregados que requieren de otra labor complementaria, para romper los terrones y rellenar los espacios vacíos que quedan entre ellos. En el lado opuesto si la primera labor se hace en un suelo con excesiva humedad las partículas disgregadas con la labor tienden a amasarse y cementarse a medida que el suelo vaya secándose (Urbano, 2002).

Por que si sigue aumentando el contenido de humedad llega un momento en que el suelo puede deformarse soportando la acción de determinados esfuerzos sin disgregarse.

Estas labores se deben realizar en un estado plástico del suelo con una humedad menor que la correspondiente al punto de adherencia para garantizar:

Formación de nuevos agregados de tamaños y separación adecuados, ya que el suelo se disgrega con facilidad y los elementos disgregados tienden a reunirse. En estas condiciones puede obtenerse una estructura granular adecuada para la siembra o plantación. Una adherencia poco importante de las tierras a los aperos disminuye el consumo de energía.

En el laboreo convencional, la preparación de suelo requiere de una serie de labores con las que progresivamente se va a obtener el estado deseado. El agricultor que en muchas zonas se identifica como labrador, es feliz cuando contempla sus campos con una superficie formada por tierra fina y mullida, libres de malas hierbas y con todos los residuos y restos de vegetación convenientemente enterrados (Urbano, 1999). Para ello, utiliza máquinas muy diversas (Ortiz-Cañabate, et al., 1993), con efectos muy diferentes (Fernández- Quintanilla, 1997).

Una adecuada preparación de los suelos, es la base para la obtención de incrementos en los rendimientos de las raíces tuberosas: por lo que es necesario realizar ésta labor con el máximo de exigencia en cuanto a profundidad y mullición. La preparación debe facilitar la conformación de un cantero de 25 cm de altura como mínimo y un plato superior de 10 cm.(Ciudad de La Habana, Cuba/1998)

En ocasiones es necesario empezar la preparación del suelo con una labor profunda (superior a los 30 cm), para fragmentar la capa endurecida del suelo que dificulta la penetración de las raíces por la circulación del agua (labor de subsolado o subsolado drenaje). El objetivo del subsolado puede concretarse en facilitar el descenso en profundidad del agua que elimine los encharcamientos superficiales o hipodérmicos y favorecer el desarrollo de las raíces flotantes (Urbano, 2002).

Esta es una labor costosa que no siempre está justificada (Hernaz et al. 1997). Sin embargo en caso que existen horizontes sementados (suela de labor) o esquistosas que impidan claramente el descenso del agua o el desarrollo radical, para cultivos de enraizamiento pivotante o profundo, el subsolador resulta generalmente favorable (Gil-Aubert, 1991).

Los gradeos tienen como objetivo romper los terrones dejados por el arado en la labor de alzar, desmenuzar y mullir el suelo superficialmente. Para ello pueden darse una o dos labores cruzadas con la grada de disco u otro tipo de gradas (de flejes, de púas, rotativas. etc.), para conseguir en buena medida nivelar el suelo, destruir malas hierbas, cortar y desmenuzar pajas, abonos verdes etc. Para lograr esto, los discos escotados dan mejores resultados que los discos lisos (Urbano, 2002).

En el laboreo reducido para conseguir objetivos similares a los alcanzados en el laboreo tradicional se acude al uso de aperos más eficientes y polivalentes, y se hacen combinaciones de aperos que permiten realizar varias funciones con menos pases de la maquinaria (Boigotier et al. 1995).

Aunque existen diferentes criterios para definir el laboreo de conservación, la interpretación más simplista lo asocia con cualquier práctica que reduzca, cambie o elimine la labranza del terreno con el fin de mantener suficiente cobertura de suelo a lo largo de todo el año para protegerlo adecuadamente de la erosión (Urbano, 2002).

En los cultivos de raíces y tubérculos el suelo tiene que compensar en un máximo posible las fluctuaciones del suministro de agua y favorecer al mismo tiempo condiciones favorables para necesidades del aire y el espacio de los órganos soterrados de estos.

2.1.10. Objeto técnico.

En la actualidad se utilizan diferentes máquinas e implementos agrícolas para fomentar los cultivos de raíces y tubérculos. En las fincas de la Granja Agropecuaria Costa Rica los conjuntos más utilizados son los siguientes:

Tractor Belaruss con MAU 250 y Grada 4 500 lb .

Tractor DT- 75 y la grada 3 200 lb .

Tractor DT- 75 y el subsolador Bayamo 81 M.

Tractor MTZ-80 y el Arado ADI 3M.

Tractor YUMZ 6M y la grada 2200lbs.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

El experimento se desarrolló en áreas del huerto intensivo de la granja agropecuaria Costa Rica en el cultivo del Ipomea batata en la variedad (censa- 78 354) el cual esta enmarcado en la búsqueda de una tecnología adecuada para la preparación de suelo. El Huerto se encuentra ubicado al norte con la UBPC de Egipto, al sur con el poblado de Costa Rica, al este con la UBPC Alfonso Escalante y al oeste con la finca # 1.

. En el mismo se evaluaron dos tecnologías de preparación de suelo para el cultivo en estudio en un suelo pardo con carbonato relativamente llano, con un grado de malezas insignificante. Para esto se utilizó el método analítico investigativo empleando la técnica del foto cronometraje para la evaluación de la jornada laboral de estas tecnologías. Para lo cual se determinaron los índices tecnológicos explotativos de cada tecnología teniendo en cuenta la NC XX1:2005, con el propósito de proponer tecnologías de preparación de suelo más eficientes y que permitan una mejor conservación del mismo. El cultivo evaluado fue la IPOMOEA BATATA. Se tuvo en cuenta el rendimiento agrícola del cultivo, el consumo de combustible y el costo de producción para cada tecnología. En el procesamiento de la información se utilizó el programa estadístico Stagraphc

3.1. Metodología empleada

Se realizó la preparación de los suelos destinados al cultivo del Ipomea batata en el Huerto Intensivo por la tecnología tradicional con inversión del prisma y la tecnología de laboreo mínimo sin inversión de prisma en un área de 1 ha; la misma se dividió en dos parcelas y se comenzaron a comparar. Para ambas tecnología se utilizó la maquinaria agrícola con un agregado .en ambos casos los suelos estaban en tempero y luego cada tecnología llevo a cabo sus procedimientos particulares.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

P1T2	P2T1
Área experimental. 1 ha	
Evaluación tecnológico explotativa. 4 ha	

Parcela # 1 Tecnología 2

Parcela # 2 Tecnología 1

► Tecnologías evaluadas en el cultivo del Ipomea batata.

- **T-1 Tecnología tradicional.**

Rotura: Se realizó con el agregado formado por el tractor MTZ-80 y el arado ADI-3M, a una profundidad de 21,3 cm.

Primera labor de gradeo: Se realizó con el agregado formado por el tractor DT-75 y la grada de 3500 lbs a una profundidad de 14.1 cm.

Subsolado: Se llevó a cabo con el agregado formado por el tractor DT-75 y el subsolador Bayamo 81 M. a una profundidad de 30 cm. realizando dos pases de forma perpendicular.

Segunda labor de gradeo: Se utilizó el agregado formado por el tractor DT-75 y la grada intermedia 3500 lbs a una profundidad de 15.4 cm.

Tercera labor de gradeo: Se utilizó el agregado formado por el tractor Yumz 6M y la grada 2200 Lbs a una profundidad de 12 cm.

T-2 Laboreo total sin inversión del prisma, mínimo laboreo con multiarado

Rotura: Se efectuó con el agregado formado por el tractor Belaruss 1025 y un Multiarado MAU 250, a una profundidad promedio de 35. cm.

Gradeo: Se realizó con el agregado formado por el tractor Belaruss 1025 y la grada de peso medio 4500 lbs, a una profundidad promedio de 18.6 cm.

Para el trabajo se tomó un área de 1 ha la cual se dividió en dos parcelas de 05 ha cada una. En la parcela #1 se utilizó la tecnología de labranza mínima sin inversión de prisma. y en la parcela #2 se aplicó la tecnología de labranza tradicional con inversión del prisma Para la preparación de suelo se dividió el área en dos parcelas las mismas tenían 0.5 ha cada una. Cada parcela se preparó con un tipo de laboreo coincidiendo estos con los tratamientos.

Parcela #1 Tratamiento 2

Parcela #2 Tratamiento 1.

3.5. Caracterización del Huerto Intensivo.

El Huerto Intensivo “Álvaro Reinoso” presenta un área total bajo riego de 4,5 ha, su producción fundamental es hortalizas, dentro de esta tenemos el cultivo en experimento;

el suelo es Pardo con carbonato típico con buenas características para el desarrollo de la mecanización.

3.6 Análisis estadístico de los resultados.

Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza de clasificación simple, en el cual fue analizada cada variable por tratamiento con sus respectivas repeticiones y para dósimar diferencias entre tratamientos se utilizó el test de Duncan al 1%, utilizando el paquete estadístico Statistic.

3.7. Valoración Económica

Los datos para la valoración económica fueron calculados tomando como base la metodología de la carta tecnológica y la ficha de costo para el cultivo del Ipomea batata, documentos vigentes en la actualidad en la Granja agropecuaria de Costa Rica.

La misma se realizó sobre la base de los gastos que se incurren para la producción del cultivo del Ipomea batata, utilizándose los siguientes índices económicos:

- Costo de producción total:

Fueron tomados los costos de todas las actividades realizadas para la producción del cultivo del Ipomea batata, determinando gasto por salario, combustible, gasto de dirección, entre otros.

- Valor de la producción:

Para determinar la misma se tuvo en cuenta la cantidad de tubérculos cosechados de primera y segunda calidad y el valor de las mismas.

- Ganancia: Se determina utilizando la siguiente expresión. (Elena M Carrasco, 1992)

Ganancia = Valor de la producción – Costo de producción

IV. Resultados y discusión.

4.1 Análisis de los resultados en el cultivo del *Ipomoea batata*, L. (Boniato).

En la Tabla # 1 se puede observar que en la T-1 existe diferencia altamente significativa de la productividad de la labor en la tecnología tradicional cuando se compara con la tecnología de laboreo mínimo. Por lo que podemos concluir que la productividad del conjunto en T2 aventaja al otro demás. Si comparamos la primera labor en T1 que se realizó con ADI 3M, vemos que existe diferencia significativa con respecto al MAU 250 utilizado en el tratamiento T2. Siendo el multiarado más productivo que el ADI 3M.

Tabla No. 1 Comparación de la productividad para cada labor para el cultivo del *Ipomoea batata*, L.

Tecnología	1ra. Labor (ha/h)	2da. Labor (ha/h)	3ra. Labor (ha/h)	4ta. Labor (ha/h)	5ta. Labor (ha/h)
T1	0.4036 ^a	1.1124 ^a	0.7553 ^a	0.8083 ^a	1.1341 ^{a*}
T2	0.8778 ^b	1.345 ^b			

Diferentes letras minúsculas en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0,05$.

El gráfico # 1 y la tabla representan como fue el comportamiento de cada uno de los parámetros medidos para la productividad para cada tecnología. Es mayor en el tratamiento T2, ya que el T/limpio, el tiempo operativo, el tiempo productivo, el tiempo sin fallos y el tiempo de explotación es mayor que en el tratamiento T1, este comportamiento es debido a que los conjuntos utilizados están formados el agregado, tractor Belaruss 1025 y grada 4 500 lb y el multiarado MAU-250. Además el método de movimiento empleado es en lanzadera y el tipo de viraje es en lazo en forma de pera

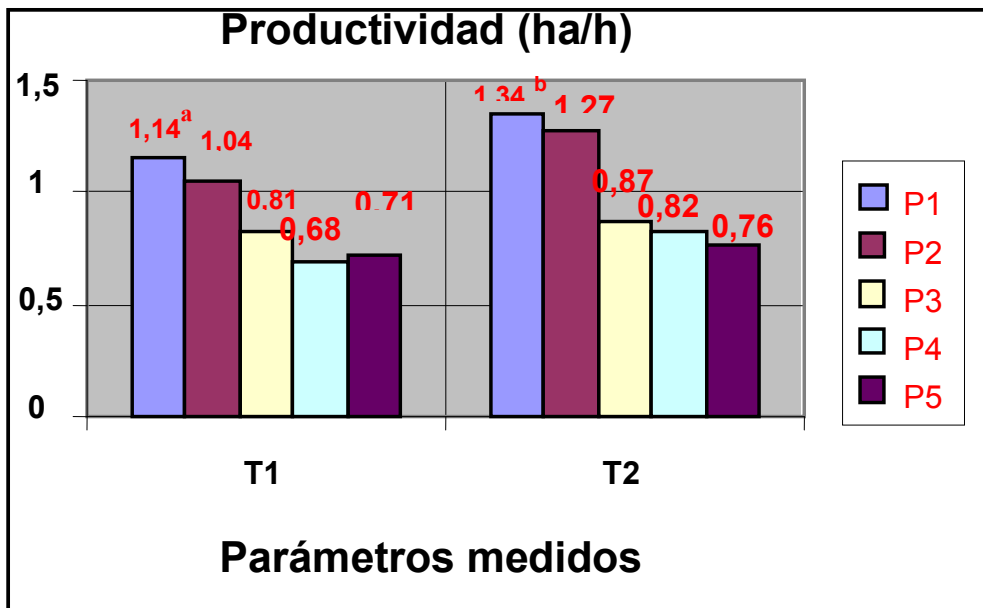


Grafico # 1 Comportamiento de los parámetros de productividad.

La Tabla # 2 muestra la comparación de las diferentes productividades en cada tecnología. Se observa que no existen diferencias significativas.

Tabla # 2 Análisis de la productividad de los conjuntos.

Tecnología	P1	P2	P3	P4	P5
T1	1.1489 ^a	1.0495 ^a	0.8157 ^a	0.6831 ^a	0.7167 ^a
T2	1.3457 ^b	1.2754 ^b	0.8744 ^b	0.8339 ^b	0.8031 ^b

* Diferentes letras minúsculas en una misma columna indicarían diferencias significativas para $p < 0,05$. Tukey.

- P1. Productividad por hora de tiempo limpio
- P2. Productividad por hora de tiempo operativo
- P3. Productividad por hora de tiempo productivo
- P4. Productividad por hora de tiempo sin fallos
- P5. Productividad por hora de tiempo de explotación

El gráfico 2 demuestra que existe diferencia significativa entre la tecnología T1 y T2, ya que en T2 solo se consumió 30.7 l/ha y en T1 92.8, Este resultado está dado por la cantidad de labores que se realizan en T2 que solamente es de dos al aplicarse la labranza con multigrado sin inversión de prisma y grada con respecto a la T1 que se realizan cinco labores.

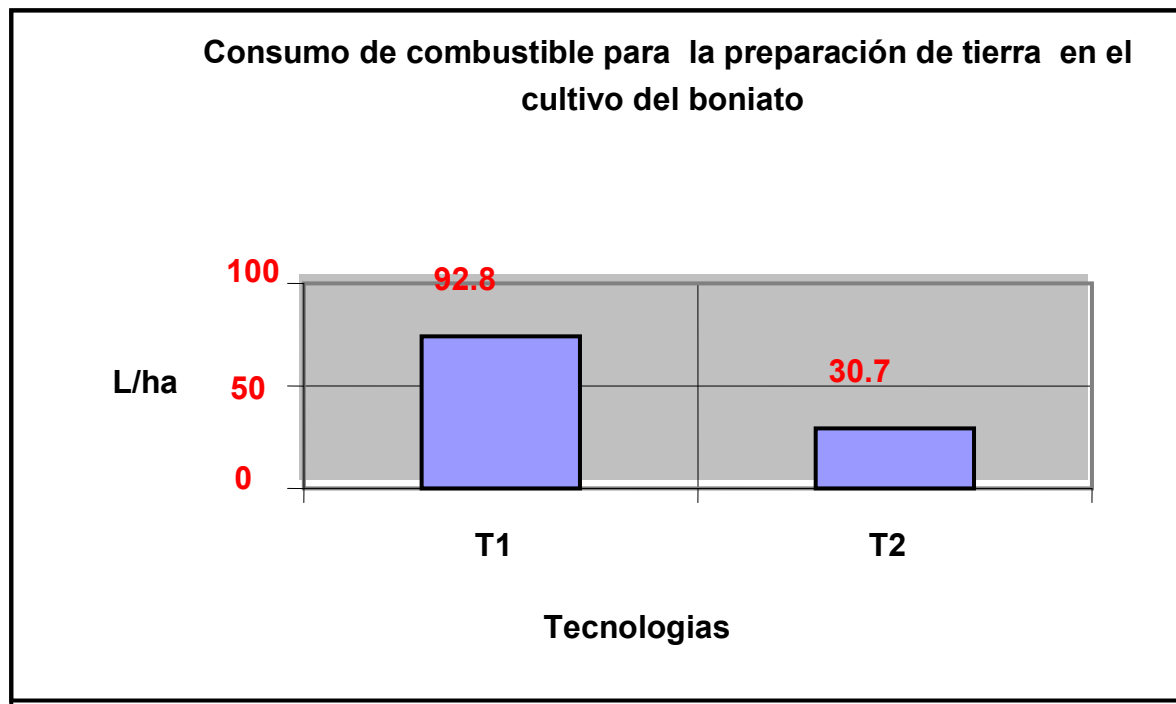


Grafico # 2 Comportamiento del consumo de combustible para cada una de las tecnologías evaluadas para el cultivo del boniato.

En todo proceso productivo el consumo de combustible es un indicador muy importante; máximo con los elevados precios actuales en el mercado internacional. En la tabla 3 se muestran los valores de consumo de combustible durante la preparación del suelo para cada tecnología.

Tabla # 3. Consumo de combustible total por tecnologías para el boniato

Tecnologías	Índice de consumo L/ha
T-1	92.8
T-2	30.7

En la tabla # 4 se muestran los índices reales de consumo de combustible determinados para cada labor en el cultivo de *L. ipomoea batata*, L. para estas condiciones edafoclimáticas.

Tabla # 4 Índices reales de consumo de combustible por labores para el cultivo del *Ipomoea batata*, L.

Labores y conjuntos			L/ha
Labor de gradeo	<i>1^{ra}</i>	<i>DT – 75 y grada 3500 lbs</i>	<i>11.45</i>
	<i>2^{da}</i>	<i>DT – 75 y grada 3500 lbs</i>	<i>11.45</i>
	<i>3^{ra}</i>	<i>Yum 6M y grada 2200 lbs</i>	<i>15.6</i>
Gradeo		Belaruss y Grada 4 500 lbs	14.41
Subsolado		<i>DT – 75 sub. Bayamo 81 M</i>	<i>26.6</i>
Rotura		Belaruss 1025 y multiarado MAU-250	16.29
		Tractor MTZ 80 arado ADI 3	26.6

En la tabla # 5 el mejor resultado del coeficiente de pasadas de trabajo 0,91 correspondió a T-2 en el cual para la rotura con el multiarado se utilizó el método de movimiento de lanzadera y el tipo de viraje de lazo en forma de pera. Para la labor de gradeo se utilizó el método de movimiento circular en el cual el tiempo de viraje está incluido dentro del tiempo limpio.

Los coeficientes K_{23} , K_3 , K_{41} , K_4 tuvieron un excelente comportamiento para las dos tecnologías.

El coeficiente de utilización del tiempo explotativo cuyo rango oscila de (0.7 a 0.95) planteado por González (1993). En T-1 se comportó ligeramente superior al valor mínimo, obteniéndose el mejor resultado 0,79 para T-2 en la cual los tiempos no productivos obtuvieron sus menores valores, por tanto el coeficiente de utilización del tiempo productivo K^{04} obtuvo su mayor valor 0,89 en esta tecnología.

Tabla # 5 Comportamientos de los coeficientes tecnológico explotativos de las diferentes tecnologías evaluadas para el cultivo del boniato.

Denominación	Simb.	T - I	T- II
Coeficiente de pasadas de trabajo	K ₂₁	0.85	0.91
Coeficiente de servicio tecnológico	K ₂₃	1	1
Coeficiente de mantenimiento técnico	K ₃	0.98	0.98
Coeficiente de seguridad tecnológica	K ₄₁	1	1
Coeficiente de seguridad técnica	K ₄₂	1	1
Coeficiente de utilización del tiempo explotativo	K ₀₇	0.74	0.79
Coeficiente de utilización del tiempo productivo	K ₀₄	0.83	0.89

4.2. Indicadores tecnológico explotativos por conjuntos para el cultivo del boniato.

En la tabla # 6 se puede observar que el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de la jornada laboral solo estuvo bien en los agregados formados por el (Tractor Belaruss y el multiarado MAU 250) y el (Tractor Belaruss y la grada 4500 lb). González (1993) a cerca del tema plantea que en dependencia de las condiciones y la complejidad del proceso el valor ξ oscila entre 0.7 a 0.95. El coeficiente de aprovechamiento de la velocidad fue bueno porque según Jróbstov S. N. (1977) estos coeficientes se encuentran entre 0 y 1, mientras más se aproximen a la unidad es mejor. El coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo ξ fue satisfactorio, según González (1993) este debe estar entre 0.9 y 0.99.

Cuando establecemos la comparación entre las tecnologías podemos decir que en T-2 se obtuvieron los mejores resultados; la productividad de esta fue mayor, el consumo de combustible menor, el rendimiento del cultivo resulto ser el más alto, y existe mucha diferencia entre los coeficientes técnico explotativo de T-1 que presenta productividades de los agregados muy bajas con un alto consumo de combustible.

Tabla # 6 Análisis de los indicadores tecnológico explotativos de los conjuntos para el cultivo del boniato.

Denominación	Coefficiente de aprovechamiento del tiempo(τ)	Coefficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo(ξAk)	Coefficiente de aprovechamiento de la velocidad(ξV)	Patinaje %
Belaruss – grada 4500 lb	0.81	0.96	0.93	7
Belaruss Multi-Arado MAU - 250	0.77	0.97	0.94	8.86
Dt-75 – grada mediana de 3300lbs	0.72	0.92	0.86	11.03
MTZ-80 – ADI-3M	0.67	0.92	0.74	18.3
DT-75– subsolador Bayazo 81 M	0.66	0.93	0.88	12.95
Yumz–6AM Grada 2200 lbs	0.63	0.92	0.82	17.89

4.3. Análisis estadístico para las productividades de los conjuntos de preparación de suelos para el cultivo del boniato.

Como se puede observar en la tabla #6 se obtuvo mayor rendimiento agrícola en la T2 que en la parcela que se utilizó la variante tradicional.

Tabla # 7 Rendimiento Agrícola del cultivo de boniato.

Tratamientos	Rendimientos (t . ha ⁻¹)
T1	21.5
T2	25.93

4.3.1. Metodología para la determinación del consumo de combustible durante la evaluación de tractores.

4.3.1.1. Factores que influyen.

1. Caracterización del conjunto, tractor máquina.
2. Caracterización y preparación del campo.
3. Determinación del consumo de combustible.
4. Determinación del ancho de trabajo real.
5. Profundidad de trabajo real.
6. Cálculo de velocidad real.
7. Determinación del patinaje.
8. Método de movimiento empleado y tipo de viraje.
9. Control de la calidad.

4.3.1.2. Caracterización del conjunto tractor máquina.

1. Nombre y apellidos del operador y años de experiencia.
2. Controlar marca, modelo y número de inventario del conjunto.
3. Controlar los datos técnicos del tractor y la máquina.
4. Años de explotación del tractor y la máquina.
5. Tipo de combustible.
6. Temperatura del equipo y temperatura del combustible.
7. Verificar la correcta formación del conjunto.
8. Realizar mantenimiento técnico de jornada al tractor.
9. Realizar mantenimiento de jornada al apero o implemento.
10. Chequeo técnico del tractor y la máquina antes de comenzar el trabajo.
11. Verificar si el eslabón de velocidad empleado es el correcto, así como anotar la velocidad teórica para dicho eslabón.
12. Verificar en el campo las regulaciones de la máquina.

4.3.2. Caracterización y preparación del campo.

Se debe anotar la fecha de realización de la evaluación y época del año, medir las dimensiones del campo. (longitud y ancho) y configuración del campo haciendo un croquis del mismo; además debe tenerse en cuenta los aspectos siguientes:

4.3.2.1. Para labores de preparación de suelo.

- Pendiente del suelo.
- Pedregosidad.
- Tempero del suelo.
- Enyervamiento.
- Cultivo anterior, compactación, labor de preparación anterior.
- Tipo de suelo.
- Otros factores limitantes que se obtienen con la observación.

4.3.2.2 Para labores de cosecha.

- ❖ Cultivo.
- ❖ Edad del cultivo y variedad.
- ❖ Rendimiento del cultivo y estado del mismo (erecto, acamado, etc.).
- ❖ Altura de corte.
- ❖ Pendiente del suelo.
- ❖ Pedregosidad u obstáculos.
- ❖ Otros factores limitantes que se obtienen con la observación.

Para otras labores no especificadas aquí se deberán establecer las condiciones teniendo en cuenta las anteriormente relacionadas y adecuándolas a las características de la labor a realizar, de forma tal que quede explícito las condiciones en que se realizó la evaluación.

Posteriormente se elige y anota el método de movimiento, se marca el campo señalando el inicio y final de las observaciones, establecimiento la franja de viraje así como el ancho de las amelgas en caso que proceda.

Anotar número del campo, bloque y área total.

Lugar, Empresa y Granja.

4.3.3 Determinación del consumo de combustible.

El dispositivo se fija en el bastidor u otra parte del tractor de forma rígida y posición vertical de manera que pueda ser operado con facilidad por el evaluador además debe situarse de forma tal que el mismo se encuentre por debajo del depósito de combustible del tractor para garantizar el llenado por gravedad; se rellenará el mismo hasta 6 L.

Para medir el consumo de combustible se sitúa el grifo de tres pasos en la posición número 2 cuando el tractor inicia la pasada de trabajo al llegar al final de la misma se sitúa el grifo en la posición número uno y se procede a la lectura en la escala del dispositivo, en la cual $1\text{ cm} = 0,1286\text{ dm}^3\text{ (L)}$ y la diferencia se multiplica por este valor y se obtiene el consumo de combustible en la pasada de trabajo. Posteriormente se coloca el grifo en la posición 2 y se determina el consumo de combustible en el viraje, midiendo la diferencia en altura en la escala y multiplicando por 0,1286 que representa el volumen de combustible en un cm de altura en la escala dentro del depósito de control.

Deben realizarse no menos de 60 observaciones en pasadas de trabajo y no menos de 30 en virajes.

Diariamente se debe procesar estadísticamente la información obtenida en las observaciones realizadas y anotar en la libreta de campo todas las incidencias ocurridas durante el día para que sirva como información a la hora de tomar decisiones en el análisis de la labor y el consumo de combustible.

Simultáneamente con la determinación de consumo de combustible se determina el tiempo necesario en cada parada y viraje en el uso del cronómetro.

Se debe determinar en las pasadas el consumo, tiempo y motivo por el cual ocurre la parada en caso de producirse.

Especificar como se planifica el combustible en la organización de base evaluada para comparar los resultados obtenidos con los índices que utiliza la misma.

Determinación del consumo de combustible por hectáreas laboradas, kilómetros recorridos, etc; y consumo horario.

Al finalizar cada jornada se mide el ancho de la franja de suelo elaborada. Conociendo la longitud del campo se determina el área; el combustible consumido para la realización de la misma y por regla de tres se determina el consumo por hectárea. De manera similar se procede según los kilómetros recorridos en el caso de transporte. También puede determinarse de la forma siguiente:

Conociendo el frente de labor real de la máquina y el número de pasadas se determina el ancho de la franja elaborada, con esta y la longitud del campo se determina el área de la

misma. Se determina el consumo de combustible para esta superficie y por regla de tres se calcula el consumo de combustible para una hectárea de suelo elaborada.

- Verificar como se mide el combustible al habilitar el tractor.

4.3.4. Determinación del ancho de trabajo real.

El ancho de trabajo se determina midiendo con una cinta métrica y marcando con estacas una franja aproximadamente 10 veces el ancho constructivo de la máquina. Elaborada la misma se divide su ancho entre el número de pasadas y se obtiene el ancho de trabajo real.

La productividad por tiempo limpio depende generalmente del ancho de trabajo de la máquina y se puede evaluar según el coeficiente de utilización del ancho de trabajo β este debe estar entre 0.9 y 0.99. (González, 1993). Y se calcula de la forma siguiente.

$$\beta = \frac{B_r}{B_c}$$

Donde:

B_R —Ancho real de trabajo.

B_C —ancho constructivo.

4.3.5 Profundidad de trabajo real.

Se debe medir en no menos de 10 pasadas de trabajo que caractericen toda la superficie del campo. En cada una de ellas se deben realizar no menos de 30 observaciones con una regla paralela a la superficie del campo y otra vertical al fondo del surco.

También se puede utilizar una regla de madera de 4 m de longitud graduada a una escala de 5 cm la cual se coloca sobre 2 estacas a una altura determinada del suelo y se verifica su horizontalidad con un nivel de burbuja. Se extrae toda la masa de suelo roturada debajo de la regla y se mide con la regla graduada la altura desde el fondo del surco hasta la regla de madera. Se promedian las mediciones y se obtiene la profundidad real en ese punto. Este procedimiento se realiza en cinco puntos según las diagonales del campo.

4.3.6 Cálculo de velocidad real.

La velocidad del conjunto se determina seleccionando una franja de una longitud de 200 a 400 m desechando las cabeceras del campo, en la pasada de trabajo y dividiéndolo entre el tiempo empleado en ella. Si no se alcanzan estas dimensiones se selecciona una franja de menor longitud o todo el largo de la pasada en caso de que sea muy pequeña y se divide entre el tiempo empleado en recorrerla.

$$V = \frac{S}{T}$$

S—Espacio recorrido por el agregado.

T—Tiempo que demora el agregado en recorrer.

Coefficiente de utilización de la velocidad.

$$\xi = \frac{V_r}{V_t}$$

Donde:

V_r —Velocidad de trabajo real.

V_t —Velocidad de trabajo teórica.

Este coeficiente se encuentra entre 0 y 1; mientras más se aproxime a la unidad es mejor (Jróbostov S. N. 1977).

4.3.7 Determinación del patinaje.

$$\delta = \frac{V_t - V_r}{V_t} * 100$$

$$\delta = 1 - (V - V_t)$$

$$\delta = \frac{\eta_{...b} - \eta_{...e}}{\eta_{...b}} * 100$$

4.3.8 Rango óptimo de patinaje:

Tractor (4X2)

- Concreto u hormigón (4 a 8 %).
- Suelo compacto (8 a 10 %).
- Suelo mullido (11 a 13 %).

- Suelo blando o arena (14 a 16 %).

Tractor (4x4)

Hasta un 12 %

Tractor de orugas Hasta un 4 %

4.3.9. Método de movimiento empleado y tipo de viraje.

Se elige y anota el método de movimiento y se establece la franja de viraje así como el ancho de las amelgas en caso que proceda en función de las características del conjunto.

4.3.10 Control de la calidad.

Se debe controlar la calidad de cada proceso donde se evalúe el consumo de combustible teniendo en cuenta las características y particularidades del mismo y de los indicadores técnico explotativos y económicos. En caso de existir alguna norma al respecto aplicar y citar la misma.

Para determinar los parámetros tecnológico explotativos se debe aplicar la norma NRAG XX1:2005 Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación tecnológica-explotativa. 2da Edición. La Habana. 2005 y para determinar los parámetros económicos la NRAG XX2:2005 Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la Evaluación Económica. 2da Edición. La Habana. 2005.

V - Valoración económica de los resultados.

En este aspecto se hizo un profundo análisis determinando el costo de cada tecnología de preparación de suelo para el cultivo del boniato. El mismo es de suma importancia para la economía del país, la empresa y la granja.

Se tuvo en cuenta el consumo de combustible, productividad promedio, el costo de preparación de suelos por tecnología, numero de labores y cantidad de agregados de cada tecnología.

En el mismo se resumió el comportamiento de los indicadores antes mencionados en las dos tecnologías donde T-1 presento cinco labores, mayor consumo de combustible (73,28. l/ha), necesitó más tiempo para trabajar y una baja productividad de (0.34 ha/h) por lo que se obtuvo un costo mayor de (155.96 \$/ha). La tecnología T-2 se realizó en dos

labores, necesitó menos tiempo de trabajo, se consumió menos combustible (29,33 l/ha), alcanzó una productividad mayor que la tecnología T-1 (0.75 ha/h) y presentó un costo de producción de (42.39 \$/ha).

El valor de la producción del cultivo del boniato por cada una de tecnologías es la siguiente: En T-1 el valor es de **28044,6** \$/ha, T-2 es de **33823,09** \$/ha. Obteniéndose un mayor ingreso en la tecnología T-2.

En el análisis integral de estas tecnologías desde el punto de vista económico resultó más eficaz la tecnología T-2 por ser la de menor consumo de combustible, mayor productividad, mayor rendimiento de la cosecha y tener el menor costo de producción.

VI.- CONCLUSIONES

1. Los mejores resultados de productividad de tiempo limpio se obtuvieron en T-2.
2. El menor consumo de combustible correspondió a T-2 con 30.7 l/ha para el cultivo del Ipomoea batata con la tecnología sin inversión del prisma y 92.8l/ha para la tecnología tradicional, obteniéndose el mayor valor en T-1 y el menor valor en T2 respectivamente.
3. Se confeccionó la Metodología para la determinación del consumo de combustible durante la evaluación de tractores.
4. Se determinaron los índices reales de consumo de combustible por conjuntos.
5. Existen diferencias significativas en la productividad de tiempo limpio entre la labor de multiarado y la Rotura con ADI 3M.
6. La mejor tecnología evaluada integralmente preparar la tierra del cultivo del boniato fue T-2. por tener menor costo que la tecnología T-1.

VII.- RECOMENDACIONES

1. Utilizar la tecnología T-2 (mutiarado y grada) para la preparación de suelo para el cultivo del Ipomoea batata. L. en el suelo pardo con carbonato típico. Por ser la menor costo.
2. Utilizar los índices reales de consumo de combustibles evaluados por conjuntos para la planificación de las labores de preparación de suelos en la Granja Agropecuaria Costa Rica.

VIII. - BIBLIOGRAFÍA.

- 1- Boisgontier, D, P. Barthelemy, J. L. Bordes. Criteria for choosing implements For minimum tillage practices, pagina 143 -151. Mundi Prensa. Madrid. España, 1995.
- 2- Cairo, P. Suelo. Editorial Pueblo y Educación. La Habana 1980.
- 3- Carrión, A. Conversaciones directas. Dpto. Mecanización Universidad de Granma, 2005.
- 4- Carrión, A. “Procedimiento para la determinación de los índices de consumo de combustible de los motores y tractores”. Trabajo a presentar al Foro de Ciencia y Técnica. Departamento de mecanización. UDG, 2003.
- 5- Castro, Sergio. “La mecanización agrícola, estado actual y tendencia Mundial”. Editorial Academia. La Habana, 2000.
- 6- Colectivo de autores: Principios Básicos para la aplicación de tecnologías de Preparación de suelos en el marco de una agricultura Conservacionista y Sostenible. INICA - MINAZ - IIMA - CNCA, 1999.
- 7- De La Guardia, Manuel. “Explotación de la Maquinaria”. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1977.
- 8- Dimitrova Liliana. MINAGRI. Dirección nacional de cultivos varios. Instituto de Investigación Hortícola “Guía técnica para la producción de papa en Cuba. La Habana, 2000. P-1-49.
- 9- Fernández – Quintanilla, C. Historia y evolución de los sistemas de laboreo, El laboreo de conservación. Mundi Prensa. Madrid, 1997.
- 10- FAO-CIP. Situación y perspectivas de la economía de la papa a escala Mundial, 1990. P.50.
- 11- FAO. Energy consumption an input output relation and field operation CNRE, Study No.3 Rome, Italy, 1990.
- 12- Fluck, R and Baird, D. Agricultural energetics, 192p. Avi. Westport, USA, 1980.
- 13- Garrido Pérez, J. Explotación del parque de maquinaria I parte. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1985. 95p.
- 14- Garrido Pérez, J. Implementos de Máquinas Agrícolas y Fundamentos para su Explotación. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1979. 50-54p.
- 15- García de la Figal, C, A. Desarrollo y perspectiva de la maquinaria agrícola en Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 8, No 1/99
- 16- Gil – Albert, F. Técnica de mantenimiento del suelo en plantaciones frutales

- Mundi prensa. Madrid, 1991.
- 17- González, B.: "Saber del suelo para trabajar el suelo". *Trabajadores, (CU)*, Agosto 19: 2, 1996.
 - 18- González Valdés, R. Explotación del Parque de Maquinaria. Editorial Félix Varela. La Habana, 1993.
 - 19- Gutiérrez Rodríguez, F. "Explotación del Parque de Tractores y Máquinas. 1990.
 - 20- Ortiz-Cañavate, J, M, Ruiz- Altisent, Las Máquinas Agrícolas y su aplicación, Mundi prensa. Madrid, 1993.
 - 21- Partido Comunista de Cuba. IV Congreso. Discursos y Documentos. Editora Política. La Habana, 1992.
 - 22- Jróbostov. S. N. Explotación del Parque de Tractores y Máquinas. Moscú. Editorial Mir, 1997. P. 140-142.
 - 22- <http://slhfarm.com/papaguia.html>
 - 23- http://suelos.ecoportal.net/contenido/temas_especiales/suelos/estudios_sobre_erwinia_en_el_cultivo_de_la_papa
 - 24- <http://riie.com.pe/?a=29203>
 - 26- [http:// agrosur.ar](http://agrosur.ar).
 - 28-** Instructivo Técnico sobre el cultivo de la Yuca. Ciudad de La Habana, Cuba/1998
 - 29- IIMA. Situación actual de las fuentes energéticas en el municipio de Batabanó Provincia la Habana. La Habana, noviembre 2003.
 - 30- León, P.; A. López, y R. Revelo: Ciencias en la UNAH. Universidad Agraria de la Habana, 1999.
 - 31- López, Zada. Raíces y Tubérculos, Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1995.
 - 32- Morugán, M, Juan; Naerbo. Cosechadoras de la patata y encintadoras, Agrotécnicas, 2000.
 - 33- NC XX1:2005.: Metodología para la Evaluación Tecnológico – Explotativa. Máquinas Agrícolas y Forestales. Norma Ramal MINAG. Vig. 2005.
 - 34- Silveira, R. J. " Máquinas Agrícolas". Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1988.
 - 35- Urbano, P. Fitotecnia, Ingeniería de la producción vegetal. Mundi prensa. Madrid, 2002.
 - 36- Urbano, P. La producción vegetal en el marco de las medidas Agroambientales. Pagina 44 – 46. Mundi prensa. Madrid, 1999.