

Experiencias en riego por goteo en vivero de palma de aceite, en los Llanos Orientales de Colombia

Drip irrigation experiences in oil palm nurseries in the Eastern Plains of Colombia

AUTOR



Eduardo Castillo

Aceites Manuelita S.A.

ecastillo@aceitesmanuelita.com

Palabras CLAVE

Fertirriego, riego por goteo, riego en viveros de palma de aceite

Fertigation, drip irrigation, irrigation in oil palm nurseries

Resumen

Este artículo presenta la experiencia de la empresa Aceites Manuelita S.A., que escogió para aplicar el sistema de riego por goteo en el vivero de su nuevo proyecto de palma africana en el departamento de Casanare. Hacerlo le ha reportado beneficios como que se ha disminuido el tiempo en vivero de las plantas, al igual que en 36% el consumo de agua y entre 7,5 y 34,7% la cantidad de nutrientes aplicados (N, P, K, Mg y B).

Abstract

This article presents the experience of Aceites Manuelita S.A., which chose to implement the drip irrigation system in the nursery of its new oil palm project in the Casanare Department. This has brought benefits such as the reduction in the time that plants remain in the nursery, 36% reduction in water consumption and 7.5% and 34.7% reduction in the amount of nutrients used (N, P, K, Mg and B).

Introducción

La empresa Aceites Manuelita S.A. escogió para aplicar el sistema de riego por goteo en el vivero de su nuevo proyecto de palma africana en el departamento de Casanare, en el municipio de Orocué, muy cerca al Río Meta, situado a 136 metros sobre el nivel del mar en la margen derecha del río Cravo Sur (Figura 1).

La selección se basó en características de la zona, como que tiene una precipitación anual de 1.723 mm (dato de 2008), con tendencia pluviométrica monomodal y déficit hídrico durante seis meses (que puede inclusive ser de 154 mm). A esto se suman vientos que en el periodo de verano alcanzan velocidades de 25 kph con ráfagas hasta de 48 kph que pueden durar inclusive 10 horas diarias, lo que imposibilita usar por ejemplo un sistema de riego por aspersión.

Aceites Manuelita S.A. tiene un plan de siembras de 1.500 hectáreas anuales, durante 10 años.

Suelos del vivero

De acuerdo con el reconocimiento de suelos (Figura 2), el vivero está localizado en un suelo Inceptisol

de textura franco-limosa en los primeros 25 cm. La densidad aparente es de baja a media, y posee alta porosidad y conductividad eléctrica muy rápida. Además, es relativamente muy ácido (pH 4.3) y de fertilidad pobre. Por tanto, fue indispensable aplicarle ciertas enmiendas, como 1 tonelada de cal dolomita, 1 de roca fosfórica y 1 de gallinaza compostada por hectárea, al igual que 50 gramos de micorrizas por palma de aceite, en el fondo de la bolsa.

El vivero tuvo dos fases. La primera (previvero) se situó muy cerca a la zona de bosque de galería, para evitar el problema de los vientos (Figura 3). Se utilizó un área total de 7.000 m² y un equipo pequeño de 6.5 Hp, un motor diésel, para poder asperjar 2,5 litros por segundo sobre las eras, que son de 0,8 x 25 metros de largo. Se utilizó cinta perforada de 1 ¼" que trabaja a 15 libras de presión.

El primer año de previvero se sembraron 340.000 semillas de materiales Ténera Irho 2401 y 7001, e híbridos interespecíficos de Indupalma. El porcentaje total de descarte de materiales Ténera fue del 10,11% y 17,18% de híbridos. En esta fase, el tiempo promedio de permanencia fue de 2,18 meses.

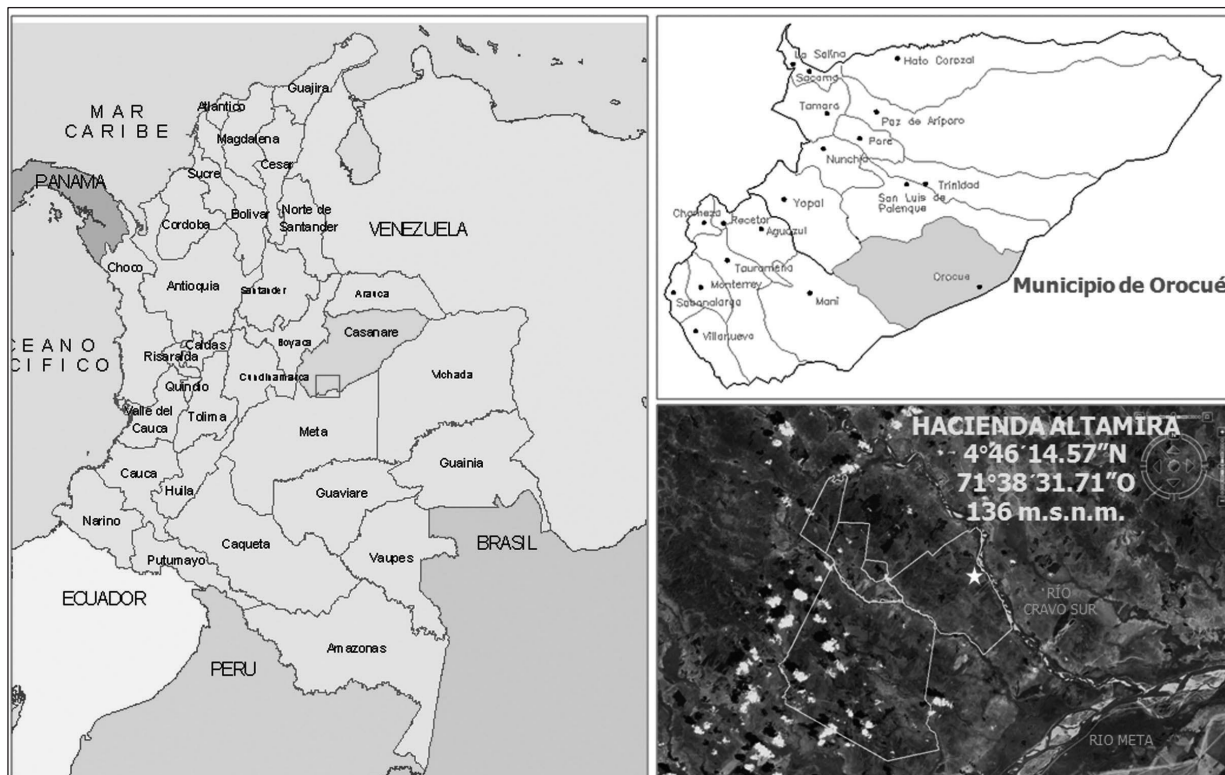
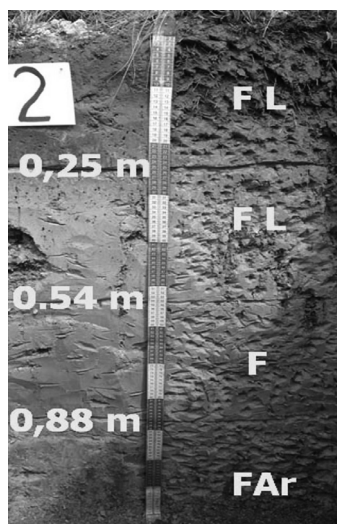
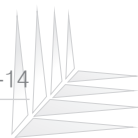


Figura 1. Localización del proyecto Cravo Sur.



Inceptisol, Typic endoaquepts Franca fina

Consociación Altamira

Textura franco limosa (7,55% arcillas, 71,03% limos, 21,42% arenas),
densidad real 2,36 gr/cm³, densidad aparente 1,07 g/cm³. (b-m)

Porosidad alta.

Conductividad hidráulica muy rápida: 50,73 cm/hora.

Infiltración básica muy rápida: 50,61 cm/hora.

pH 4.3

MO 1,6%, CICE 3,6%,

N 0.08%, P 5,4 ppm, K 0,25 cmol/kg, Mg 0,04 cmol/kg, Na 0,32 cmol/kg

Ca 0,01 cmol/kg, S 2,4 ppm, Al 3,0 meq/100gr, SatAl 82,9%.

Enmiendas aplicadas e incorporadas al suelo:

una tonelada de cal dolomítica, una tonelada de roca fosfórica y una tonelada de gallinaza compostada por hectárea

Adicionalmente se aplicaron 50 gramos de micorrizas por palma, al fondo del hoyo, en la bolsa.

En el primer año de previvero, se sembraron 340.505 semillas pregerminadas de materiales

Ténera Irho 2401 y 7001 (281.780 unidades) e híbridos interespecíficos *E. oleífera* x *E. guineensis*, Indupalma (58.725 unidades) en los meses de junio 2008 a febrero 2009.

Figura 2. Reconocimiento de suelos.



Figura 3. Previvero. La permanencia fue de 2,18 meses.

El área total ocupada por el vivero fue de 38 hectáreas. Debido a que las zonas aledañas no tenían ningún tipo de adecuación de tierra, fue necesario construir canales primarios con una profundidad media de 1,75 metros, y otros canales perimetrales secundarios de 1,20 metros de profundidad. También se construyeron canales terciarios con tractor y zanjadora dondi de 60 cm de profundidad, de forma tal que se pudieran evacuar rápidamente los excesos de aguas superficiales.

Las vías perimetrales al vivero tenían 12 m de ancho y las centrales 3, de manera que se logró constituir el vivero de 26 bloques y 52 parcelas en total, con una capacidad para 383.000 palmas.

Sistema de riego

El sistema de riego, diseñado por Netafim (Figura 4), incluyó un motor diésel Perkins de 59 Hp con una bomba de presión con capacidad de 22 litros por segundo. La tubería desde el río es de 6"; después de la caseta de filtros y fertilizantes se redujo a 4", y a 2" en la cabecera de los surcos, donde se instalaron los conectores a cada lateral de riego, que es una manguera de polietileno de 16 mm, cuya función es trasladar el agua hasta la micromanguera y el gotero que se ubican uno por cada palma.

El sistema de fertilización (Figura 5) es independiente para cada fuente. Las fuentes de fertilizantes utilizadas son: sulfato de amonio, FosKfer, cloruro de potasio, nitrofer magnesio y Boroliq, que entran independientemente a la unidad de inyección de fertilizantes. Se cuenta con un controlador totalmente computarizado,

Vivero 2008. Sistema de riego por goteo Netafim

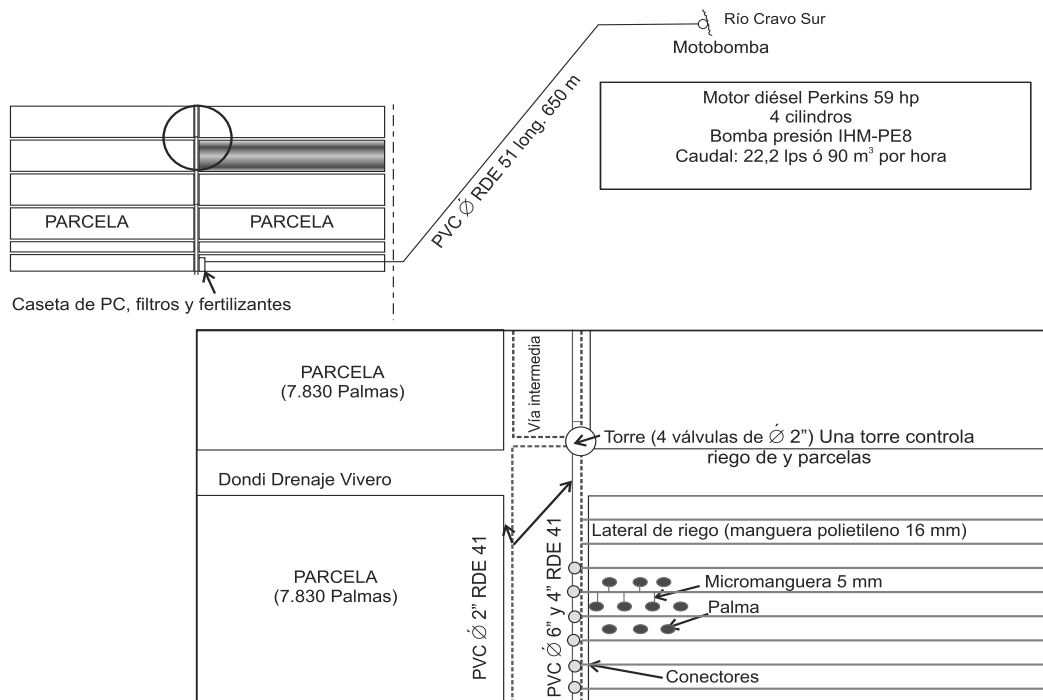


Figura 4. Sistema de riego por goteo Netafim.

Vivero 2008. Fertilización 100% fertirriego

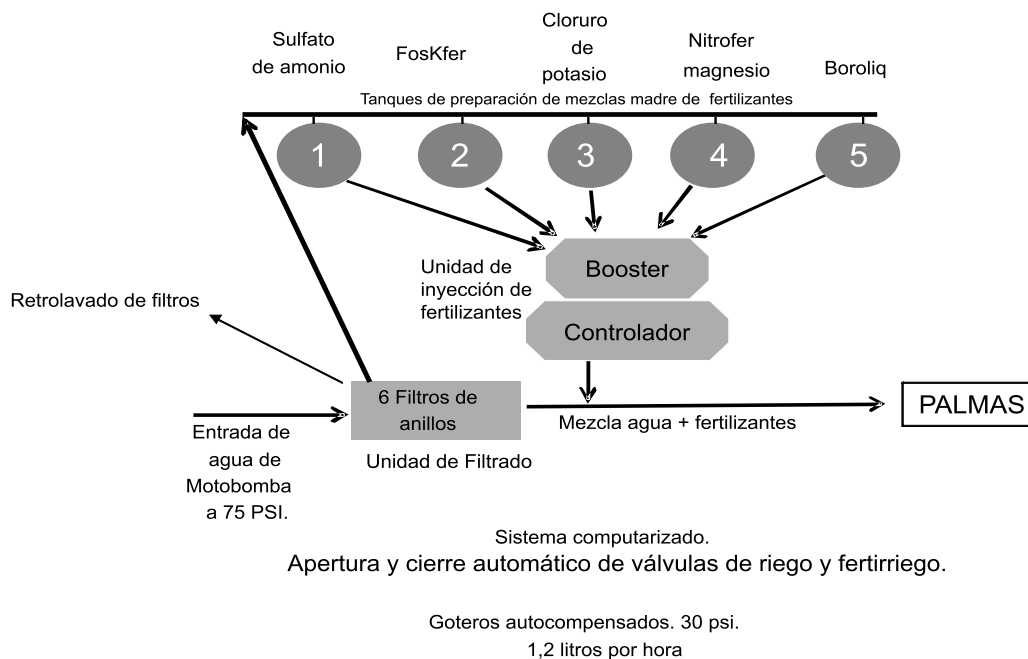


Figura 5. Sistema de fertilización.

que dosifica la cantidad de agua inicial o mezcla madre de fertilizantes al agua que proviene de la bomba a 75 psi y entra al filtro de anillos para dirigirse luego adonde están las palmas.

Se utilizaron goteros auto-compensados que trabajan a 30 psi, cuyo caudal de diseño es 1,2 litros por hora.

Entre los principales equipos de Netafim (Figura 6) se encuentran el controlador de riego, las entradas independientes de fertilizantes al equipo, un diagrama del gotero de botón auto-compensado, las válvulas electro-hidráulicas (que en este caso fueron de 2"), un medidor de flujo de agua del sistema, y la micro-manguera de 5 mm y la estaca plástica que dirige el agua hacia la bolsa.

El equipo de filtros (Figura 7), es muy importante. En el caso de Aceites Manuelita S.A., se utilizó una unidad de filtros de 3" de diámetro, modelo Arkal.

En la instalación del equipo toda la tubería es enterrada. En la Figura 8 se ve la tubería de 2" en la cabecera del surco y el punto de unión del conector al tubo. Luego la manguera de 16 mm, una instalada por cada

dos líneas de bolsas; el gotero, la micromanguera de 5 mm y el punto de localización sobre la bolsa.

La torre de riego que muestra la Figura 9 consta de cuatro válvulas. Cada torre riega cuatro parcelas, para una cantidad de 29.000 palmas.

La fuente de agua de la plantación es el río Cravo Sur. No se han presentado problemas con el contenido de hierro –que llega sólo a 0.9 mg Fe/lit–, pero sí con los sólidos totales durante el periodo de invierno. Ello obligó el rebombeo de aguas, para lo cual se construyó una piscina de sedimentación de 1.500 m³ que evitara el taponamiento de mangueras (Figura 10).

En este sistema es indispensable el lavado semanal de tuberías, que debe hacerse con una solución de cloro entre 5 y 10 ppm, y aplicar también en forma permanente otra solución de cloro en concentración de 0.5 ppm, en este caso, medida con el gotero.

Con respecto al consumo de agua, se puede afirmar lo siguiente: En la primera semana de vivero se inició con una aplicación de una hora, o sea 1,2 litros de agua por bolsa, equivalente a una lámina de 1,7 mm; ello se hizo en cuatro ciclos de 15 minutos para evitar

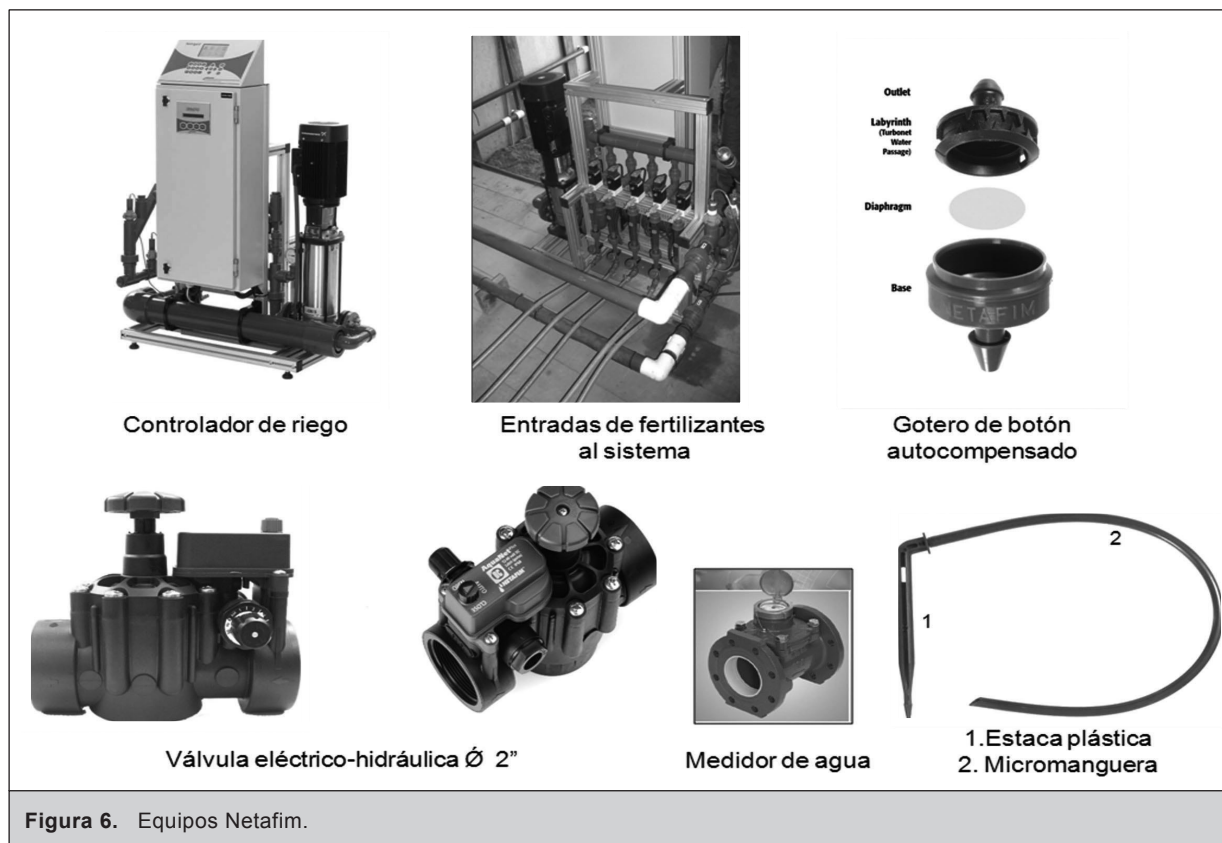
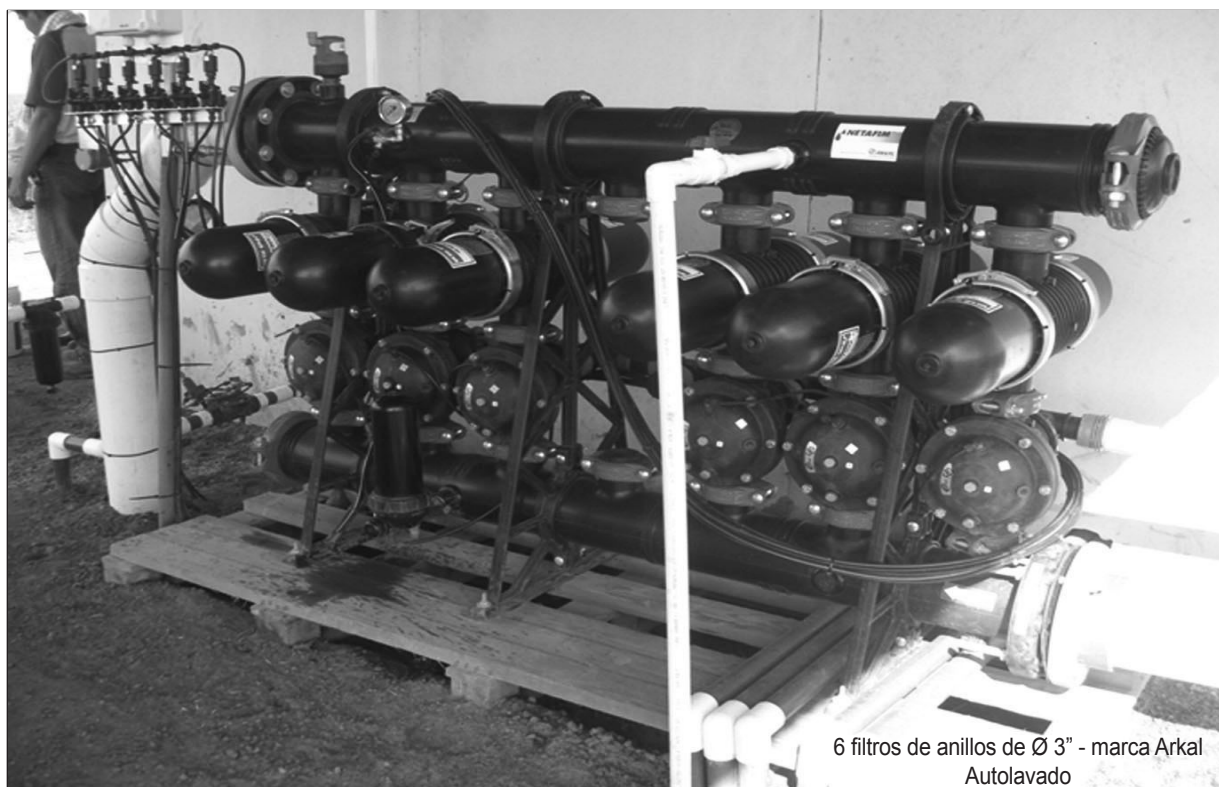


Figura 6. Equipos Netafim.



6 filtros de anillos de Ø 3" - marca Arkafilm Autolavado

Figura 7. Equipo de filtros.



Figura 8. Tubería de 2", enterrada.

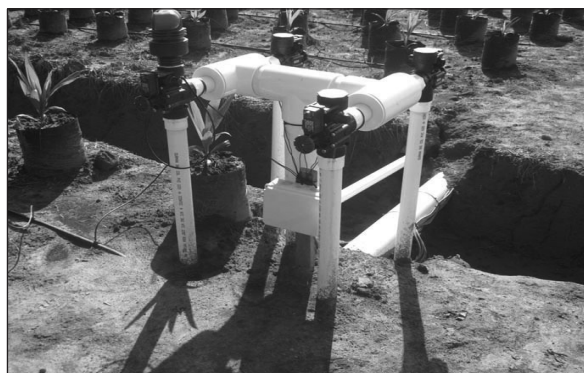


Figura 9. Torre de riego con cuatro válvulas.

el desbordamiento o derrame del agua de la bolsa. Es muy recomendable que en el momento del llenado de la bolsa con tierra se deje al menos $\frac{1}{2}$ " para evitar pérdida de agua y fertilizante.

En la semana número 24, por desarrollo del cultivo, se aumentó el tiempo de riego al doble, es decir, a 2 horas, con lo cual se llegaba a aplicar 2,4 litros de agua por bolsa en 8 ciclos de riego de 15 minutos.

En total, en una palma de 9,25 meses se aplicaron 250 litros, se regó 173 días (el resto del tiempo no



Figura 10. Piscina de sedimentación que evita el taponamiento de mangueras.

hubo necesidad, por las lluvias), y un promedio de 1,37 litros por día.

Una primera conclusión al respecto es que el riego por goteo permite, comparado con un sistema de riego por aspersión y en un área de una unidad de una parcela de 7.380 palmas, economizar hasta el 37% del agua y, por ende, aminorar costos en la operación de los equipos.

Fertilizantes

Un segundo tema clave es la cantidad de fertilizantes que se han de usar. En un vivero tradicional en Manuelita, por varios años se han utilizado las cantidades en gramos de elemento por palma descritas en la Tabla 1, para poder obtener viveros de buena calidad en suelos de poca fertilidad. En el caso del fertirriego para esta prueba, se utilizó 28% menos de nitrógeno, 41% menos de P_2O_5 , 16% menos de K_2O , 7% menos de óxido de magnesio y 34% menos de boro, es decir, también se puede economizar en fertilizantes.

Vale la pena mencionar que el sistema de fertirriego lo mueven solo tres individuos, lo que permite que los otros puedan ser desplazados a participar en otras labores de campo.

En el caso de la sanidad vegetal, se detectaron únicamente 16 casos de pudrición del cogollo, y por supuesto fueron erradicados porque el número es muy bajo con respecto al total de palmas.

Es válido decir entonces, que utilizando semillas certificadas de buen material genético, un sistema de riego relativamente adecuado y buenos fertilizantes, se obtiene un cultivo homogéneo de muy buen desarrollo. El total de descartes en el material Ténera que ya está sembrado en el campo fue de 10,61% acumulado y en el vivero solamente de 0,5%.

Si se deprecia el equipo total a cinco años, la asignación por palma sería de \$406 (Tabla 2). También se necesita un movimiento interno de materiales, de maquinaria para enterrar la tubería, mano de obra indispensable para hacer todas las conexiones, y la

Tabla 1. Consumo de fertilizantes

Fuentes de fertilizantes hidrosolubles					
Sulfato de amonio (25%N, 16%S) – Cloruro de potasio (60% K_2O)					
Foskfer (52% P_2O_5 , 35% K_2O) – Nitrofer Mg (10,4% MgO) – Baroliq (11,5%B)					
Elemento fertilizante (g)	N	P_2O_5	K_2O	MgO	B
Vivero tradicional	86,13	115,20	72,51	26,60	0,41
Con fertirriego	61,25	67,46	60,29	24,60	0,27
Diferencia gr	(24,88)	(47,75)	(12,22)	(2,00)	(0,14)
Diferencia (%)	(28,88)	(41,45)	(16,85)	(7,65)	(34,74)

Tabla 2. Costo equipos fertirriego e instalación

Actividad	Total Pesos	Total U\$	\$ /palma	U\$ /palma
Depreciación 5 años – equipo de riego	156.000.000	67,826	406,50	0,18
Movimiento interno materiales	2.972.500	1.292	7,75	0,0034
Excavación retro para tubería	540.000	235	1,41	0,0006
Mano de obra	34.037.073	14,799	88,69	0,0386
Capacitación de personal	458.958	200	1,41	0,0006
Totales	194.008.530	84,352	597,46	0,26

capacitación. En términos generales, se puede afirmar que este equipo depreciado a cinco años y con la mano de obra requerida para instalarlo en el primer año vale \$597 por palma, es decir, unos US\$0.26.

El grupo de agronomía de la compañía buscó la información necesaria para determinar el desarrollo y crecimiento de los diferentes materiales. Para eso se midió el diámetro del bulbo, la altura de la palma, el número de hojas y el área foliar, y mediante muestreos destructivos se determinó el peso fresco de las hojas, del bulbo y de las raíces.

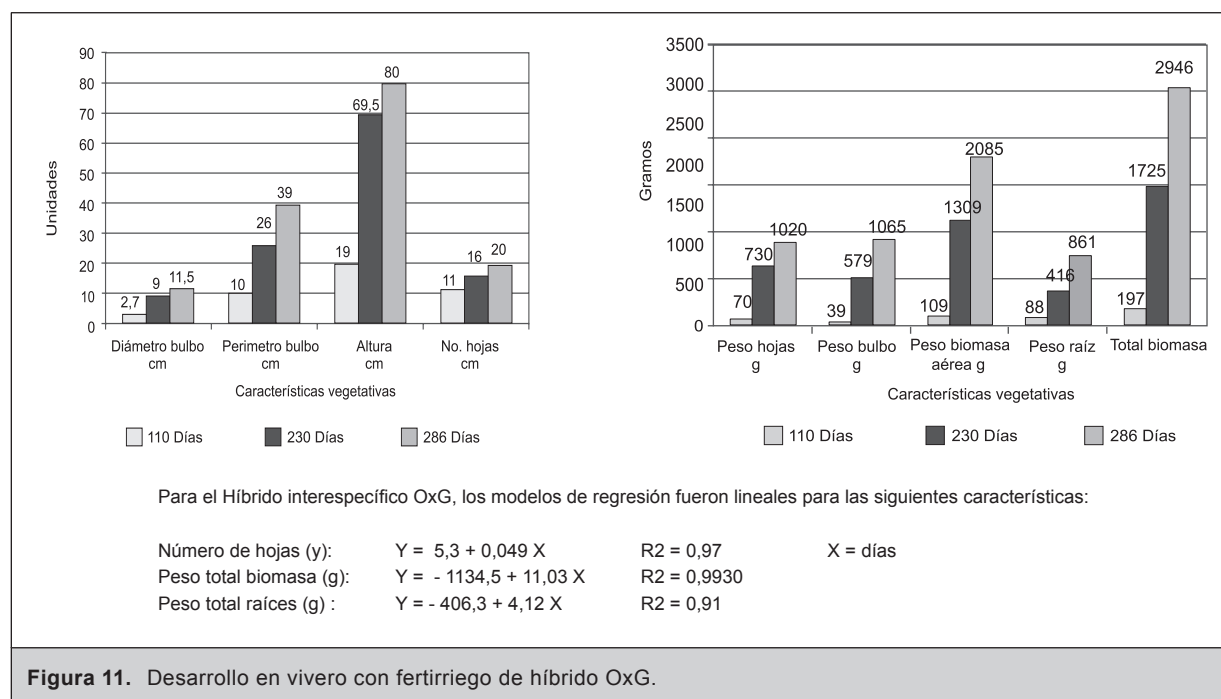
La Figura 11 muestra resultados interesantes para el desarrollo de un diámetro de bulbo en el caso del híbrido, que era de 2,7 cm y terminó siendo de 11,5 cm, a los 286 días. También se ve el desarrollo del perímetro del bulbo, la altura que llega a 80 cm y el número de hojas que alcanza las 20.

En el caso de biomasa, el peso de hojas llegó a 1.020 gramos, el del bulbo a 1.106,5 g y el de biomasa aérea a 2.085 gramos, para una biomasa total de 2.946 g por palma.

También se establecieron ecuaciones de regresión con un ajuste relativamente bueno, que permiten calcular, de acuerdo con la edad del cultivo, el número de hojas, el total de biomasa y el peso total de las raíces.

Lo mismo se definió para el material Ténera DxP (Figura 12, Tabla 3), para el cual la biomasa total fue de 4.609 g a los 292 días.

Comparando los dos materiales, la conclusión final es que la relación en peso de biomasa es mucho mayor en el Ténera (1,56:1) que en el híbrido, como lo es en las demás relaciones, con excepción de la raíz.

**Figura 11.** Desarrollo en vivero con fertirriego de híbrido OXG.

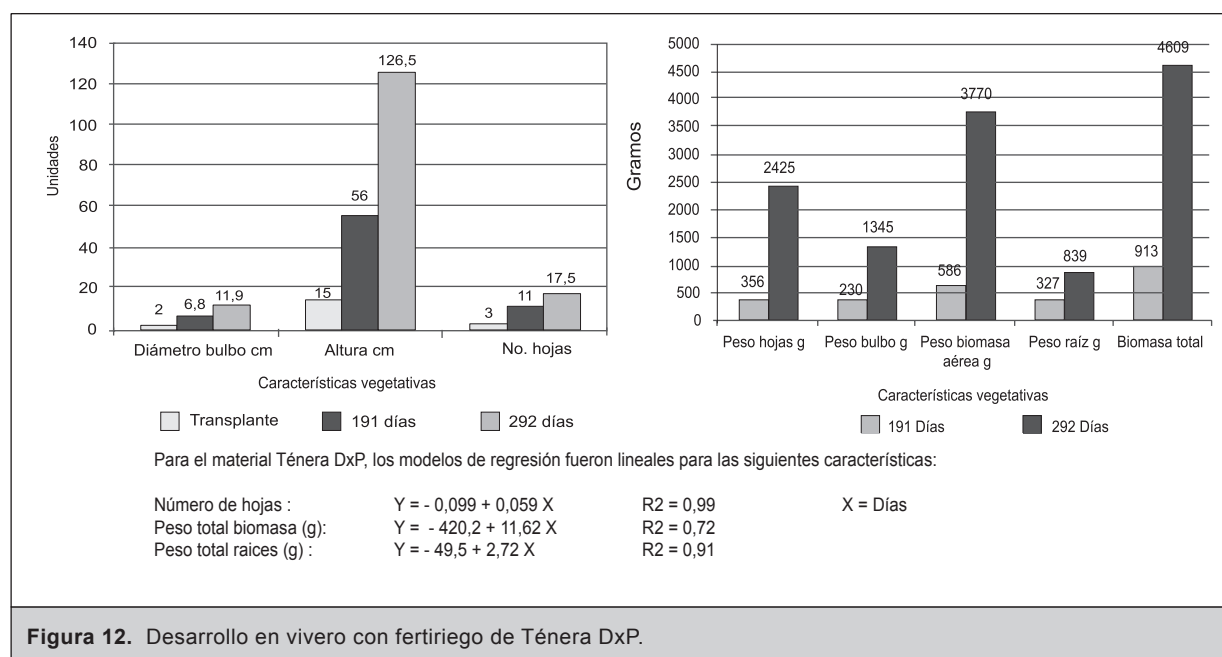


Tabla 3. Ecuaciones de regresión para determinar la biomasa total en función de cada uno de los elementos aplicados, tanto para Tenera como para el híbrido

Producción de biomasa en material Tenera DxP en función de los nutrientes (gramos de elemento):		
Biomasa total (Aérea+ Raíz) (g) en función del N	Y =	- 488,7 + 68,4 N
Biomasa total (Aérea+ Raíz) (g) en función del P	Y =	- 487,1 + 63,1 P
Biomasa total (Aérea+ Raíz) (g) en función del K	Y =	- 488,7 + 69,5 K
Biomasa total (Aérea+ Raíz) (g) en función del Mg	Y =	- 488,7 + 170,4 Mg
Producción de biomasa en material Híbrido OxG en función de los nutrientes (gramos de elemento) :		
Biomasa total (Aérea+ Raíz) (g) en función del N	Y =	- 1.229,7 + 74,9 N
Biomasa total (Aérea+ Raíz) (g) en función del P	Y =	- 1.137,2 + 69,2 P
Biomasa total (Aérea+ Raíz) (g) en función del K	Y =	- 1.229,7 + 76,3 K
Biomasa total (Aérea+ Raíz) (g) en función del Mg	Y =	- 1.229,7 + 186,7 Mg

Conclusiones

La aplicación oportuna y exacta de las dosis de fertilizantes y agua a cada palma en el tiempo, adicional a la buena calidad de los materiales genéticos utilizados (Indupalma y Cirad-La Cabaña), permiten obtener un cultivo con excelente uniformidad en el desarrollo.

La disminución de tiempo en vivero y la eficiencia del fertiriego permitió reducir en 36% el consumo de agua y de 7,5 a 34,7% la cantidad de nutrientes aplicados (N, P, K, Mg y B).

En las condiciones de la plantación de Aceites Manuella S.A., por el problema de velocidad de los fuertes vientos, el de fertiriego es el sistema más indicado para la operación.

El riego por goteo es recomendable para proyectos de viveros de varios años consecutivos, debido a que todo el conjunto se reutiliza (10 años). El costo total de los equipos por palma es de \$597,46 (US\$0.26), amortizando el equipo de riego en cinco temporadas.

El sistema genera palmas de aceite con muy buen desarrollo, que es posible sacar más temprano; se sugiere hasta los 8,5 meses de edad.

Por otro lado, se recomienda:

- Utilizar el sistema de riego por goteo en viveros de palma de aceite
- Continuar la experimentación para:
 - Valorar con tensiómetros la variación de la humedad del suelo en la bolsa con

sustratos de suelo de diferentes texturas y láminas de agua aplicadas.

- Calcular la relación de conversión de fertilizantes a biomasa, de los diferentes materiales genéticos comerciales.
- Evaluar el sistema de fertirriego en zonas con alta incidencia de pudrición del cogollo.