



# Balance hídrico para uso agrícola en la Cuenca Media y Baja del río Moche, área de influencia del Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, Perú. 2010

Water balance for agricultural use in Moche River middle and lower Basin, influence area of CHAVIMOCHIC special project, Peru. 2010

Juan E. Paredes-Acosta<sup>1</sup> y Ana M. Guerrero-Padilla<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tesista de la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú

## RESUMEN

Con el propósito de obtener un adecuado aprovechamiento del recurso hídrico y planificar con exactitud su utilización, se determinó la demanda y uso de agua de la cuenca del río Moche (La Libertad, Perú). Los volúmenes hídricos disponibles para el uso agrario variaron de acuerdo a la estacionalidad incrementándose en los meses de venidas: el 69 % se produce de Febrero a Abril. La investigación se desarrolló en la Cuenca Media Baja del río Moche, área de influencia del Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, en los sectores de Los Comunes, Mochica, El Moro, Poroto, Quirihuac, Samne, Santa Lucía de Moche, Santa María Valdivia, Santo Domingo Huatape, Simbal y Vichanzao. Los volúmenes de agua colectada presentaron un excedente o superávit, lo cual benefició en la distribución para cada riego de cultivo durante el año agrícola 2009-2010. Los cultivos predominantes fueron los transitorios (*Oryza sativa* "arroz" principalmente), respecto de los permanentes (*Zea mays* "maíz" principalmente), variando su cultivo de acuerdo al sector, vinculado al mercado y desarrollo que estos tengan.

**Palabras clave:** Demanda de agua, uso de agua, Cuenca del río Moche.

## ABSTRACT

Demand and water use at Moche river basin (La Libertad, Peru), in order to be able to obtain suitable advantage of the hydrological resource and to plan with certainty its use was determined. Available hydrological volumes to agriculture use varied according to seasonality increasingly since February to April, reaching the highest volumes represented 69 % of all. This research was developed at Moche river basin, influence area of Special Project CHAVIMOCHIC, at Los Comunes, Mochica, El Moro, Poroto, Quirihuac, Samne, Santa Lucía de Moche, Santa María Valdivia, Santo Domingo Huatape, Simbal y Vichanzao sectors. Water volume collected had exceeding, giving more advantages to water crops, during 2009-2010 agriculture year. The predominant agriculture was the transitory ones (*Oryza sativa* "rice", mainly), in greater volume than the permanent agriculture (*Zea mays* "maize", mainly), varying culture in order to sector related to offer and demand and develop of those.

**Key words:** Water demand, water use, Moche river Basin



## INTRODUCCIÓN

El agua constituye el elemento básico para la vida en la Tierra, pero también representa el motor fundamental de las actividades primarias del hombre como la agricultura, ganadería y pesca. En este sentido, los recursos hídricos en la actualidad se perfilan como uno de los factores de conflicto más importantes en los últimos siglos para la sociedad en su conjunto, debido sobre todo a su disponibilidad, calidad y distribución<sup>1</sup>. Se definen además como “recursos disponibles o potencialmente disponibles en cantidad y calidad suficiente, en un lugar y en un periodo de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable”<sup>2</sup>. Caracterizándose, por la capacidad natural que tiene de renovarse mediante el ciclo hidrológico, logrando que la cantidad total existente en el planeta no pueda ni aumentar ni disminuir, es decir se mantenga constante<sup>3</sup>.

Las características y comportamiento de los recursos hídricos en nuestro país son muy peculiares debido a la influencia que la Orografía a sabido definir<sup>4</sup>. El concepto neoclásico de eficiencia de irrigación es desarrollado como consecuencia de la evolución del interés de irrigar desde un punto de vista de sistemas transportadores de agua para la perspectiva externa del manejo y la política de la irrigación dentro del contexto de recursos hídricos como un todo, en toda la cuenca del río<sup>5</sup>.

La agricultura es el principal sistema consumidor de agua en la mayoría de los países. En ella se utilizan fuertes volúmenes para riego tanto en pequeños como en grandes sistemas; sin embargo, normalmente las eficiencias de aprovechamiento son muy bajas<sup>6</sup>. El recurso jurídico que avala la preocupación actual del Estado Peruano por los recursos hídricos se encuentra contenido en la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338), la cual promulga el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como los bienes asociados a estas, ahondado en su artículo N° 10.

La cuenca hidrológica es la unidad natural para planear el uso eficiente del agua y evaluar sus resultados, pues en ella se localizan ciudades, industrias, plantas hidroeléctricas, distritos de riego y granjas acuícolas<sup>5</sup>. Una de las razones principales de este estudio es que toman especial relevancia, es la carencia de estudios que permitan conocer la dinámica del sistema hidrológico, lo que impide la implementación de programas de desarrollo ya sea para uso poblacional, “sistema de abastecimiento de agua y saneamiento”; con fines de aprovechamiento agrícola “riego” y pecuario “consumo y mejoramiento de forraje”, con fines de uso industrial, y conservación de suelos, entre otros, y solo se dará a conocer de la problemática anterior determinando el balance del recurso hídrico de la Cuenca del río Moche<sup>1</sup>.

Los recursos hídricos superficiales del área del Proyecto están constituidos por los aportes del río Moche. El escurrimiento superficial de la cuenca del río Moche se debe principalmente a las precipitaciones estacionales que ocurren frecuentemente entre Noviembre y Abril. En esta cuenca no existen obras de represamiento natural del río<sup>6</sup>.

Las aguas del río Moche son derivadas y conducidas para el riego de las tierras agrícolas del valle, a través de un sistema de canales que están bajo operación y mantenimiento por los agricultores organizados en la Junta de Usuarios del valle de Moche y las Comisiones de Regantes por sector de riego. Los canales de riego más importantes son: Poroto, Quirihuac y Jesús María en la margen izquierda del río Moche en la parte alta; Huatape, Santo Domingo, y La General de Santa Lucía de Moche en la parte baja. En la margen derecha del río Moche tenemos los canales de Shirán, Catauay, Santa Rosa en la parte alta y El Moro, Wichanzao y La Mochica, en la parte baja. Los canales de la parte baja del valle son abastecidos complementariamente con las aguas provenientes del río Santa por el Proyecto Especial CHAVIMOCHIC<sup>7</sup>.

La formación vegetal que ofrece excelentes condiciones para la agricultura intensiva bajo riego, es el desierto pre-montano, que se encuentra ubicado entre las cotas de 0 a 900 m.s.n.m., en lo pecuario permite establecer centros de explotación avícola y de ganadería con muy buenos resultados, no permitiendo el desarrollo de una agricultura extensiva, existe la presencia de pastos naturales lo que fomenta la crianza de



ganado, se encuentra ubicado entre las cotas de 3 700 a 4 200 m.s.n.m., es la pradera muy húmedo montano<sup>8</sup>.

Teniendo en cuenta que no se cuenta con antecedentes sobre el tratamiento del balance hídrico en las cuencas de los ríos del Perú, se propuso la presente investigación que estuvo dirigida a determinar el balance hídrico en la Cuenca Media y Baja del Río Moche (Trujillo, La Libertad, Perú), área de influencia del Proyecto Especial CHAVIMOCHIC.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de Estudio:

Geográficamente, la cuenca limita por el Norte, con la cuenca del río Chicama, por el Sur, con la cuenca del río Virú, por el Este, con la cuenca del río Santa y por el Oeste, con el Océano Pacífico. Sus puntos extremos se hallan comprendidos entre los paralelos 7° 46' y 8° 15' de latitud Sur y los meridianos 78° 16' y 79° 09' de longitud occidente de Greenwich. Ésta, cubre en total una extensión total de 2 708 km<sup>2</sup>, y su cuenca húmeda, la más importante de la región, con una extensión de 1418 km<sup>2</sup>, y la longitud máxima de recorrido, desde sus nacientes hasta su desembocadura es de 102 km. Está ubicada políticamente en las provincias de Trujillo, Otuzco y Santiago de Chuco, pertenecientes al departamento de La Libertad.<sup>10</sup> Altitudinalmente, se extiende desde el nivel del mar hasta la línea de cumbres de la Cordillera de los Andes, que constituye la divisoria de las aguas entre esta cuenca y la del río Marañón, y cuyos puntos más altos están sobre los 4 000 m.s.n.m.<sup>9</sup>

### Determinación de volúmenes:

Se realizó la estimación de extensión territorial, en base a las áreas declaradas por los agricultores, de cada sector estudiado, donde llenan en un formato llamado Declaratoria de Intensión de Riego (DIR), previos al inicio de cada campaña agrícola anual, el número de hectáreas que trabajaran, coordinando la cantidad de agua para el riego. Luego se determinó las cantidades de agua colectadas provenientes de diferentes fuentes, las cuales luego serán distribuidas, en este caso para fines de riego agrícola. Las cantidades proyectadas para el riego de cada tipo de cultivo están dadas en la literatura, determinándose por el coeficiente de cultivo, y su desarrollo fenológico, pudiendo variar en cultivos transitorios y permanentes. Se determinó los volúmenes empleados para el uso agrícola desde agosto del 2009 hasta julio del 2010, en la Cuenca Media Baja del Río Moche

E.g.: tomemos como ejemplo el cultivo de Ají escabeche.

Desarrollo fenológico: 6 meses.

Módulo (m<sup>3</sup>/ha.): 6,6 (sumatoria total durante el periodo)

$$\text{Volumen: } 6,6 \text{ (m}^3\text{/ha.)} * \text{N}^\circ \text{ de has. Declaradas para su siembra del cultivo (ha.)}$$

### Diagnóstico del uso y aprovechamiento del Recurso Hídrico:

Las cantidades de agua proyectadas a coleccionar y las demandadas para el riego de cultivos, fueron contrastadas, con la finalidad de demostrar la existencia de excedentes o déficits, los cuales demuestran el ritmo de aprovechamiento del recurso. Se realizó el diagnóstico de la cuenca a fin de establecer las condiciones en las cuales se hace uso del recurso hídrico para las actividades agrícolas en el Valle Moche, reuniéndose información del Ministerio de Agricultura, Juntas de Usuarios del Valle y del Proyecto Especial CHAVIMOCHIC.

### Imagen Satelital:

Se empleó la imagen satelital de la Autoridad Nacional de Aguas, de la Cuenca del río Moche, a fin de ubicar la zona de estudio.

## RESULTADOS

En la cuenca del río Moche, se ha establecido el Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, el cual administra parte de las aguas del río, para mejorar la eficiencia de uso del agua controlando las demandas de los volúmenes para el riego de los cultivos, racionándolos de acuerdo a los niveles de precipitación y cargas volumétricas anuales, que sirven para abastecer las demandas consuntivas de los terrenos para riego, urbanos y sin uso.

El uso de agua empleada por los agricultores fue estimado con anterioridad (Julio 2009), para el abastecimiento de agua administrada por el P.E. CHAVIMOCHIC, considerando el tipo de cultivo sembrado. Se estimó un consolidado de 13 568.43 Ha bajo riego, considerándose 9 599.85 Ha declaradas con intención de siembra (Tabla 1).

La disponibilidad superficial hídrica con el 75 % de precipitación total fue 114 MMC (Millones de Metros Cúbicos), incrementándose la disponibilidad durante los meses de Febrero, Marzo y Abril. Las otras fuentes de agua aportaron en total 41 MMC, pudiendo administrar un total de 186 MMC, para el año agrícola Agosto 2009 – Julio 2010 (Tabla 2).

La demanda bruta de agua para uso agrícola estuvo relacionada con las declaraciones de intención de siembra de cultivos de cada agricultor, siendo mayor en el mes de Noviembre, debido a que la mayoría de estos tiene un periodo vegetativo corto, y están listos para cosecharse a los 4 meses, luego de su siembra (Tabla 3).

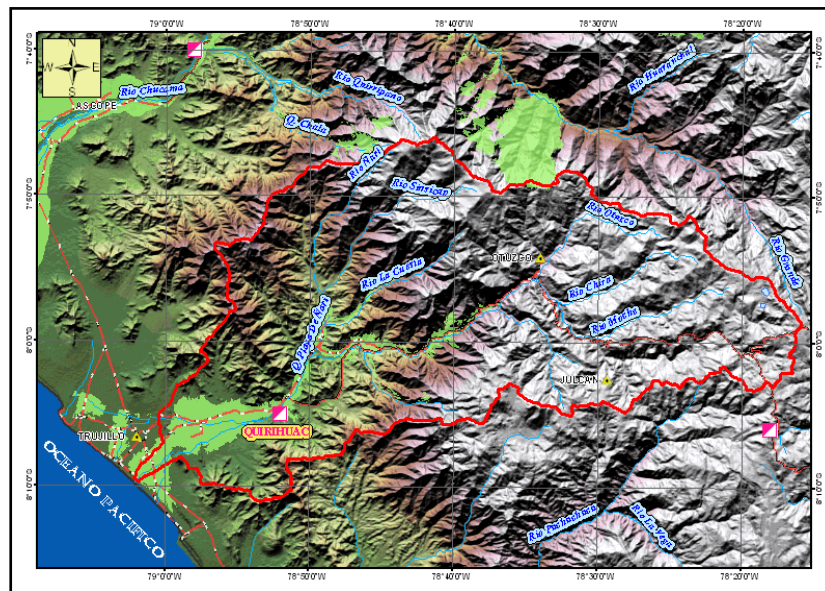


Fig. 1: Cuenca del río Moche (imagen satelital – Autoridad Nacional de Aguas (ANA) 2010)

Tabla 1: Declaración de Intención de Siembras (DIS) del Plan de Cultivo y Riego (PCR), Cuenca Media Baja Moche, Agosto 2009 – Julio 2010



COMISION DE REGANTES	AREA BAJO RIEGO (HAS)	CAMPAÑA AGRICOLA 2009-2010	
		DIS HAS	PORCENTAJE
Simbal	913.85	315.96	34.57
Samne	1,084.63	457.57	42.19
Poroto	1,864.02	740	39.70
Quirihuac	979.36	536.47	54.78
Santo Domingo	1,214.01	792.86	65.31
Vichanzao	1,138.06	943.41	82.90
El Moro	811.75	793.68	97.77
Mochica Alta	2,803.26	2925.19	104.35
Los Comunes	886.05	890.28	100.48
Santa María Valdivia	977.98	881.48	90.13
Santa Lucía de Moche	895.46	322.95	36.07
<b>TOTAL</b>	<b>13,568.43</b>	<b>9599.85</b>	<b>70.75</b>

DIS:Declaración de Intension de Siembra

Tabla 2: Disponibilidad Hídrica Con Fines Agrarios - Distrito De Riego

Dist. De Riego	Moche-Virú-Chao												Año Agrícola	Ago 2009-Jul 2010
MESES	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	
Reserv. In. Mes (a)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Disp. Sup. Al 75% (b)	870 M	1,010 M	2,310 M	3,470 M	5,920 M	13,000 M	22,530 M	43,030 M	34,370 M	13,000 M	3,470 M	1,590 M	144,570 M	
Ot. Fts. Agua ©	2,846 M	3,087 M	3,575 M	3,538 M	3,581 M	3,325 M	3,865 M	3,795 M	3,970 M	4,090 M	3,561 M	2,670 M	41,908 M	
Dem. Ot. Usos N.A. (d)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Disp. Hid. Fin. Agra. €	3,716 M	4,097 M	5,885 M	7,008 M	9,501 M	16,325 M	26,395 M	46,825 M	38,340 M	17,090 M	7,031 M	4,260 M	186,478 M	

Promedio Mensual 15,539 M

a: Reservoirio Inicio Mes

c: Otras fuentes de agua

e: Disponibilidad hídrica fines agrarios

b: Disponibilidad Superficial al 75%

d: Demanda de otros usos no agrícola

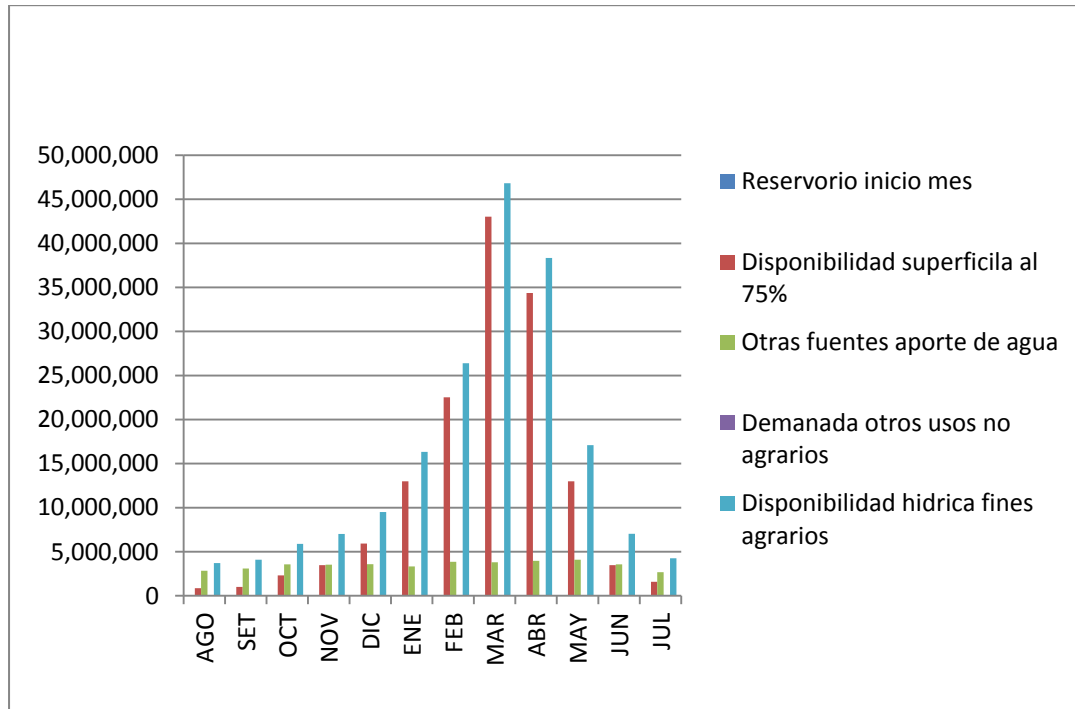


Fig. 2. Disponibilidad hídrica con fines agrícolas en los distritos de riego del Río Moche.

Tabla 3: Consolidado Total Demanda Bruta de Agua – Distritos o Sub Distritos de Riego

DEMANDA DE AGUA MENSUAL POR CANAL - M3

Dist. De Riego	Moche-Virú-Chao			Junta de Usuarios Moche			Año Agrícola Ago 2009-Jul 2010						
MESES	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL
VOLUMEN	11,887 M	14,955 M	15,523 M	19,493 M	16,981 M	14,701 M	11,995 M	11,338 M	11,213 M	10,726 M	10,256 M	10,625 M	159,697 M
PROMEDIO MENSUAL							13,308 M						



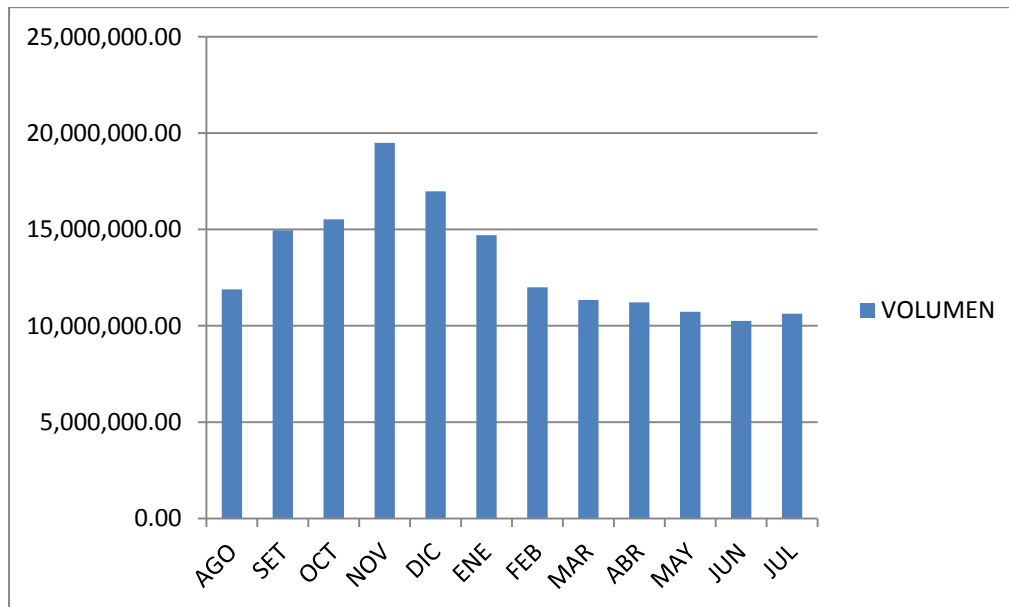


Fig. 3. Consolidado total demanda bruta de agua en los distritos o subdistritos de riego de la cuenca Baja del Río Moche

Los tipos de cultivos sembrados en el Valle Moche, y los terrenos no vinculados demuestran la predominancia del cultivo de *Zea mays* “maíz” en sus respectivas variedades, *Saccharum officinarum* “caña de azúcar” y *Oryza sativa* “arroz” (Tabla 4).

## DISCUSIÓN

En la cuenca media baja del río Moche, se desarrolla el Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, el cual se encarga de administrar el uso de agua procedente de esta cuenca, para el abastecimiento de diferentes necesidades consuntivas, tales como el uso agrícola, uso urbano y terrenos son uso. Principalmente se desarrolla la actividad agrícola, siendo la actividad que sostiene el desarrollo de la Región La Libertad. Los volúmenes obtenidos por el Proyecto proceden de los canales alimentadores, y el río Santa, pero debido a la actual situación mundial del desabastecimiento gradual del agua es necesario realizar estudios concientizando la importancia de la conservación y adecuado manejo de los recursos hídricos, en la Cuenca del río Moche, la cual ha sido poco estudiada.

La demanda de riego total para el año agrícola Agosto 2009 – Julio 2010, fue de 159 697 631.45 m<sup>3</sup> donde alcanzó los picos más altos durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, influenciado por las venidas propias de la estación. Se ha analizado y evaluado la disponibilidad y demanda hídrica mensual del río Moche, por un periodo de un año, demostrando el incremento de volúmenes captados en los últimos años por la administración realizada por el P. E. CHAVIMOCHIC.

Las descargas del río Moche, presentan una marcada estacionalidad; las que en un 69 % se producen de febrero a abril. El promedio mensual de los volúmenes descargados por el río Moche es de 15 539 916 m<sup>3</sup>.



Mientras que las demandas para 13 568.43 Ha bajo riego, de las cuales 9 599.85 Ha fueron declaradas con intensión de siembra, alcanzó 13 308 135.95 m<sup>3</sup> mensuales (Tabla 3 y Fig. 3).

En lo que respecta a la actividad agrícola, los tipos de cultivo predominante en la Cuenca del río Moche son los transitorios (*Oryza sativa* “arroz”, principalmente), en mayor volumen que los cultivos permanentes (*Zea mays* “maíz”, principalmente). El uso de agua disponible para este rubro asciende a 144 570 000 m<sup>3</sup>, procedentes de fuentes superficiales con una precipitación del 75 % y de otras fuentes asciende a 41 908 990 m<sup>3</sup> (Tabla 4).

El análisis y proyección de la cédula de cultivos para las áreas de uso agrícola, ha considerado cultivos de bajo consumo de agua y alta rentabilidad, propuestos por el Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, asimismo se ha proyectado la rotación de cultivos estacionales de corto periodo vegetativo, como las cucurbitáceas y el tomate.

Tabla 4: Intención de Siembra Cultivo por Área (Has.), Agosto 2009-Julio 2010

CULTIVO	Área	Porcentaje
AJI	34.55	0.36
AJO	0.74	0.01
ALCACHOFA	13.70	0.14
ALFALFA	41.20	0.43
ARROZ	1.50	0.02
ARVEJA	28.31	0.29
CAMOTE	56.23	0.59
CAÑA DE AZUCAR	4,511.85	47.00
CEBADA	0.50	0.01
CEBOLLA	10.21	0.11
COCA	1.99	0.02
ESPARRAGO	124.02	1.29
FLORES FLORES	4.56	0.05
FORESTALES	20.81	0.22
FRIJOL	152.45	1.59
FRUTALES	718.67	7.49
GARBANZO	8.50	0.09
PASTOS	197.23	2.05
HORTALIZAS	683.63	7.12
LENTEJA BOCONA	63.32	0.66
MAIZ	2,078.36	21.65
MANI	1.80	0.02
PALLAR	10.50	0.11
PALTOS	93.21	0.97
PAPA	15.29	0.16
REPOLLO	15.67	0.16
TOMATE	46.66	0.49
TRIGO TRIGO	4.47	0.05
VARIOS CASAS CAMINOS CARRETERAS	24.53	0.26
VARIOS DESCANSO	193.48	2.02
VARIOS TERRENOS FILTRADOS	2.30	0.02
VARIOS VARIOS	5.30	0.06
YUCA	353.53	3.68
ZAPALLO	80.77	0.84
<b>TOTAL</b>	<b>9,599.84</b>	<b>100.00</b>

Las características de buena aptitud de suelos, y recursos hídricos disponibles por la regulación y administración del Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, caracterizan al valle con buenas posibilidades de inversión y desarrollo que complementado con la incorporación de nuevas tecnologías y ampliaciones de infraestructuras para la captación del recurso hídrico puede permitir una explotación más eficiente.





## CONCLUSIONES

- Las descargas del año agrícola Agosto 2009 – Julio 2010, presentaron la disponibilidad y la demanda hídrica similares, en la Cuenca del Río Moche, en la cuenca baja dispone de más tierras agrícolas y de una mejor composición de terreno para el riego, mientras que en la cuenca media su uso es moderado, lo que limita su capacidad productiva.
- Los tipos de cultivo predominante en la cuenca del río Moche son los transitorios (*Oryza sativa* “arroz”, principalmente), en mayor volumen que los cultivos permanentes (*Zea mays* “maíz”, principalmente).
- La distribución de tierras es de acuerdo a las zonas de la cuenca; en la parte baja hay un predominio de pequeños agricultores, pudiendo obtener excedentes capitalizables fácilmente. Los cuales en la cuenca media se encuentran en menor escala.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Calizaya E. Balance Hidrológico de la Cuenca del río Huancané mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica. Tesis (Magister Science, mención en Recursos Hídricos). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Postgrado, 2008.
2. Guerrero M. En: Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la cuenca del río Jequetepeque, Perú. Tesis (Doctor en Ciencias e Ingeniería, Mención en Ecología). Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas, 2007
3. Valdivia P. Determinación del Balance Hídrico con fines de Riego en el Distrito de Coporaque, Provincia de Caylloma, Región Arequipa. Tesis (para obtención de Título de Ingeniero Agrícola). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola, 2007
4. Picon A. Evaluación de la Disponibilidad de los Recursos Hídricos del Valle del Río Cunas con fines de Regulación. Tesis (para obtención del Título de Ingeniero Agrícola). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola
5. Seckler D, Molden D, Sakthivadivel R. 1° International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, The Concept of Efficiency in Water resources Management and Policy
6. Uso de Agua en la Actividad Agrícola. Disponible en: <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind48/uso/uso.html>. [Fecha de consulta: 09 de julio del 2010; 12:30 pm]
7. Barces O. Estudio de Mejoramiento de la Infraestructura de la Campiña de Moche. Tesis (para obtención del título de Ingeniero Agrícola). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola, 1989. 245 h.
8. Municipalidad Provincial de Trujillo (MPT), Atlas Ambiental de la Ciudad de Trujillo, Editorial Quebecor World Perú S.A., 2002
9. Ancajima R. Análisis de Alternativas de Planificación de Cultivos mediante Programación Lineal. Caso CHAVIMOCHIC – Sector 1. Tesis (para obtención del Título de Ingeniero Agrícola). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola, 1993.